

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Racionalizace práce skladu

Operation of Storehouse Rationalization

Student:

Eva Závodná

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Jan Daněk, CSc.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **Eva Závodná**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **3708R028 Technologie dopravy**
Specializace: **20 Pozemní doprava**
Téma: **Racionalizace práce skladu**
Operation of Storehouse Racionalization

Zásady pro vypracování:

Cíl práce : Vykonat analýzu práce skladu a navrhnout opatření ke zlepšení

Osnova : 1. Úvod

2. Charakteristika provozních podmínek
3. Analýza materiálových toků a uspořádání skladu
4. Návrh opatření k racionalizaci práce skladu
5. Vyhodnocení navržených opatření
6. Závěr

Analysis fulfilment and action suggestin

Seznam doporučené odborné literatury:

DANĚK, J.. Logistika. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004. ISBN 80-248-0705-X.

DANĚK, J., PAVLISKA, J.. Technologie ložných a skladových operací I. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2002.

DANĚK, J., PLEVNÝ, M.. Výrobní a logistické systémy. Západočeská univerzita Plzeň, ISBN 80-7043-416-3

DANĚK, J., PAVLISKA, J.. Technologie ložných a skladových operací II. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2002.

LANDE, H.. Neues Handbuch der Lagerorganisation und Lagertechnik, Verlag Moderne industrie, München, 1967

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jan Dmíř, CSc.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



A handwritten signature in blue ink, belonging to doc. Ing. Vladimír Stouž, Ph.D.

doc. Ing. Vladimír Stouž, Ph.D.
vedoucí katedry

A handwritten signature in blue ink, belonging to prof. Ing. Radim Farauš, CSc.

prof. Ing. Radim Farauš, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Opavě 14. září 2012



podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Opavě: 14. září 2012



podpis

Eva Závodná
Josefská 3
747 06 Opava

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ZÁVODNÁ, E. Racionalizace práce skladu: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2012, 93 s. Vedoucí práce: Daněk, J.

Námětem bakalářské práce je vykonat analýzu práce skladu a navrhnout opatření k jeho zlepšení. První část bakalářské práce je věnována analýze stávajícího stavu. Druhá část práce je věnována analýze ABC materiálového toku. Další části jsou věnovány analýze chování systému, získaného pomocí simulace systémů a experimentování se simulačním modelem a užití vícekritériálního vyhodnocování variant při optimalizaci nákupu manipulační techniky. V závěru jsou hodnoceny hypotézy a poznatky, které vznikly z otázek a odpovědí na úlohu racionalizaci skladu.

ANNOTATION OF BACHELOR'S DEGREE WORK

ZÁVODNÁ, E. Rationalisation of Storehouse Work: Bachelor's Degree Work. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2012, 93 p. Supervised by: Daněk, J.

The subject matter of this Bachelor's degree work is to perform an analysis of storehouse work and to suggest measures for its improvement. The first part of the Bachelor's degree work is dedicated to the analysis of the existing state. The second part of work deals with an analysis of the ABC material flow. Further parts analyze the conduct of the system obtained by means of systems simulation and by experimenting with a simulation model, as well as the use of multicriterion evaluation during the optimisation of handling equipment purchase. The work is concluded with evaluations of hypotheses and findings that have arisen from questions and answers concerning the topic of rationalisation in a storehouse.

Poděkování

Ráda bych zde poděkovala vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Jan Daňkovi, CSc. za vedení bakalářské práce a spolupráci při její tvorbě a i za čas, který mi věnoval při konzultacích. Zároveň mu děkuji za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce. Dále děkuji společnosti TRANSA spol. s r.o. za poskytnuté informace, konzultace a spolupráci. Děkuji panu Zemanu Jiřímu za poskytnuté konzultace, rady a připomínky k použití simulace a vícekritériálního vyhodnocování variant.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ	10
ÚVOD	11
1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY SPOLEČNOSTI	13
1.1 VZNIK A PROFIL SPOLEČNOSTI	13
1.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI	14
1.3 INFORMAČNÍ SYSTÉM	15
1.4 SKLADOVACÍ PROSTOR A REGÁLY	16
1.5 MANIPULACE S POLOŽKAMI ZBOŽÍ A MANIPULAČNÍ TECHNIKA	18
1.6 DALŠÍ SPECIFIKACE SKLADU	19
2 ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU	21
2.1 ABC ANALÝZA	21
2.2 VYHODNOCENÍ ABC ANALÝZY	23
2.3 ZÁVĚR ANALÝZY A NÁVRHY	24
3 SIMULACE SYSTÉMU - OBJEKTU ZÁJMU	26
3.1 ŘEŠENÝ PROBLÉM	27
3.2 VYTVOŘENÍ KONCEPTUÁLNÍHO MODELU	28
3.2.1 <i>Jaký systém se bude modelovat</i>	28
3.2.2 <i>Kritérii hodnocení efektivnost systému a hlediska modelování</i>	29
3.2.3 <i>Objekty, činnosti a zdroje</i>	29
3.3 SBĚR DAT	32
3.3.1 <i>Základní údaje, příchodu a vyřizování požadavků</i>	32
3.3.2 <i>Údaje o skladbě faktury a expedičního příkazu</i>	34
3.3.3 <i>Údaje o vzdálenostech k regálům a jejich délce</i>	35
3.3.4 <i>Výpočty v simulačním modelu</i>	36
3.3.5 <i>Údaje o počtu cyklů manipulační techniky</i>	37
3.4 TVORBA SIMULAČNÍHO MODELU	38
3.5 SIMULAČNÍ PROGRAMY A EXPERIMENTY	38
3.5.1 <i>Popis částí simulačního modelu</i>	40
3.5.2 <i>Validace a verifikace</i>	41
3.6 VÝSLEDKY SIMULACE	45
3.7 ANALÝZA VÝSLEDKŮ SIMULACE	47

3.8	DOKUMENTACE A IMPLEMENTACE	49
3.9	ZÁVĚRY ZA SIMULACE	49
4	ROZHODOVACÍ PROBLÉMU VÝBĚRU VZV	51
4.1	ÚVOD K ROZHODOVACÍMU PROBLÉMU	51
4.2	ANALÝZA A DEFINOVÁNÍ ROZHODOVACÍHO PROBLÉMU	51
4.3	IDENTIFIKACE PROBLÉMU	52
4.4	IDENTIFIKACE ALTERNATIV	52
4.5	IDENTIFIKACE KRITÉRIÍ	54
4.6	SKALARIZACE ORDINÁLNÍHO KRITÉRIA A STANOVENÍ VAH	57
4.6.1	<i>Ohodnocení kritéria TECHNICKÝ STAV</i>	57
4.6.2	<i>Ohodnocení variant dle kritéria REFERENCE O VÝROBCI</i>	57
4.6.3	<i>Konečné ohodnocení variant</i>	58
4.7	URČENÍ PÁROVÝCH PREFERENCÍ KRITÉRIÍ	58
4.8	ŘEŠENÍ ROZHODOVACÍHO PROBLÉMU V MODULU DAME	60
4.9	ZÁVĚR Z VÝBĚRU MANIPULAČNÍ TECHNIKY	62
5	ZÁVĚR	63
6	SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ	64
7	SEZNAM OBRÁZKŮ	66
8	SEZNAM TABULEK	66
9	SEZNAM PŘÍLOH	67

Seznam použitých značek a symbolů

ABC	Activity Based Costing
AHP	Analytický Hierarchický Proces
ČSN	Česká státní norma
EPAL	European Pallet Association
GPSS	General Purpose Simulation System
IS	informační systém
IT	Informační technologie
MAGIS	informační systém společnosti
MJ	měrná jednotka
MT	manipulační technika
NZV	nízkozdvižný vozík
OR	Operations Research
Spol. r. o.	společnost s ručením omezeným
TRANSA	název společnosti
VKR	vícekriteriální rozhodování
VZV	vysokozdvižný vozík

Úvod

Racionalizaci lze charakterizovat jako systém zdokonalování založený na optimálním spojení a maximálním využívání výrobních (i nevýrobních) faktorů s cílem dosahovat co nejhospodárnějšího efektu při minimalizaci požadavků na zdroje (vstupy). Z ekonomického hlediska to znamená zvýšení jakosti služeb, technické úrovně, dosažení vyšší hospodárnosti (snížení nákladů) a vyšší rentability, snížení namáhavosti pracovního prostředí z hlediska fyziologického a psychologického. Racionalizací mají být vytvořeny předpoklady pro optimální chování výrobního ale i nevýrobního systému. Předmětem racionalizace je optimalizace počtu pracovníků, uspořádání pracovišť, racionalizace materiálových toků, racionalizace pracovních postupů a i racionalizace v oblasti techniky.

Racionalizace jako obecná metoda zdokonalování výroby a jiných hospodářských procesů usiluje o dosažení optimálních výsledků s optimálním vynaložením práce a nákladů [12]. Za zakladatele racionalizace se považuje F. W. Taylor [15]. V České republice byla roku 1918 zřízena Masarykova akademie práce jako jedna z racionalizačních institucí navazujících na Taylorovo učení.

Racionalizace jako metoda zdokonalování hospodářských procesů se používá na mnohých úsecích (racionalizace výroby, racionalizace dopravy, racionalizace prodeje, racionalizace řízení) [13]. V této bakalářské práci jde o racionalizaci skladu a to konkrétně u společnosti TRANSA spol. s r. o. [23]. Hlavním předmětem této bakalářské práce je skladové hospodářství konkrétní společnosti TRANSA spol. s r. o., která zprostředkovává nákup zboží za účelem prodeje konečným uživatelům. Vytváří tak zásoby, které se skladují v rozsáhlém regálovém skladu společnosti. Skladové hospodářství zde zahrnuje správu skladů, přenos informací, zpracování informací v ekonomickém informačním systému, příjem a výdej zboží, vstupní a výstupní kontrolu a skladovou technologii. Společnost vzhledem na předmět své činnosti nutně vytváří zásoby, které se skladují, a důsledkem je vykonávání skladových operací s položkami skladu s využíváním manipulační techniky při přepravě položek skladu.

Cílem bakalářské práce je analyzovat současný stav skladu od nákupu po prodej včetně skladování a navrhnout určitá řešení, která budou vyplývat z výsledků použitých metod operační analýzy. Byl zvolen přístup k řešení racionalizace skladu a to pomocí:

- uspořádání skladových regálů do zón dle analýzy ABC a zkoumání vlivu takového uspořádání na chování skladového systému
- zkoumání vlivu inovace manipulační techniky na chování skladu

- výběr nové, výkonnější MT pomocí vícekritériálního vyhodnocování variant.

Zde jde hlavně o implementaci metod analýzy ABC, simulace systémů a vícekritériálního vyhodnocování variant a reprezentaci těchto metod při racionalizačních záměrech. Je tedy nutno navrhnout opatření pro zlepšení stávajícího stavu zásobovací logistiky s důsledkem na ekonomické úspory.

První kapitola pojednává o distribuční logistice objektu racionalizace v předmětné společnosti. Druhá kapitola je zaměřena na analýzu materiálového toku položek nakupovaného a prodáváného zboží s použitím metody analýzy ABC a to vzhledem na obrat skladových položek v roce 2011. Třetí kapitola je zaměřena na výstavbu simulačního modelu, zobrazujícího tok zboží od nákupu, přes skladování po prodej. Simulační model se svými výstupy by měl odpovědět na několik otázek, kde hlavní je vliv uspořádání regálového skladu dle analýzy ABC na chování skladových objektů a vliv modernější, výkonnější manipulační techniky na chování skladové logistiky. Jsou zde vysloveny hypotézy a pomocí simulačních modelů se hledají odpovědi na dané otázky. V závěru stati o simulaci je vyhodnocení těchto hypotéz. Čtvrtá kapitola zobrazuje využití metody vícekritériálního vyhodnocování variant při rozhodování v procesu nákupu inovované manipulační techniky a v závěru kapitoly je návrh na optimální koupi.

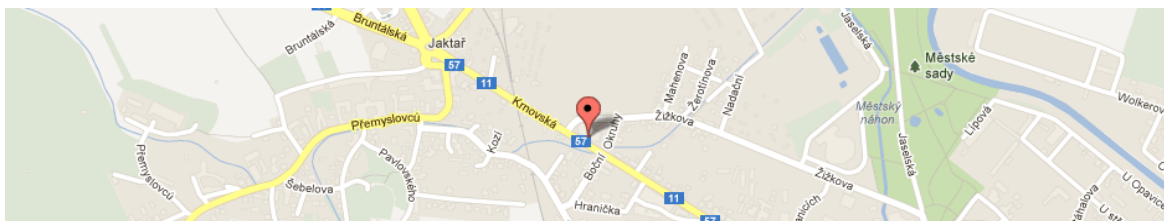
V bakalářské práci jde o jednoduchý systém nákupu zboží za účelem prodeje s uskladněním před prodejem a s vyskladněním pro expedici - prodej. I když je to jednoduchý systém není zde možnost exaktními (analytickými) metodami zjistit detailní chování systému s jeho vazbami a pravidly pro probíhající činnosti – kde některé prvky systému mají i stochastické chování. Jde zde o vytváření stochastických modelů [14] – kde prvky nebo vztahy mezi nimi mají charakter náhodných jevů nebo náhodných veličin, případně náhodných procesů. Pomocí sestaveného stochastického modelu se budou simulovat průběhy dějů, při různých parametrech modelu a pozorovat očekávané chování systému v reakci na provedené změny. Z analýzy chování modelu v simulační úloze lze pak odvodit informace pro rozhodování.

Oddělení teoretické části od praktické zde nebylo z důvodu, že teoretický popis metod simulace a vícekritériálního vyhodnocování variant by byl velmi rozsáhlý a asi by práce byla svým rozsahem mimo předepsaný maximální rozsah. Raději jsem se věnovala tomu, ukázat možnosti přístupu k racionalizaci skladu využitím simulace systémů a vícekritériálního rozhodování se stručným teoretickým výkladem u každého řešení či výpočtu. Proto jsem navrhla přístup – teoretický úvod (minimální) v řešené oblasti s následným, praktickým řešením a závěrem s vyhodnocením.

1 Základní charakteristiky společnosti

1.1 Vznik a profil společnosti

Obchodní firma (společnost) TRANSA, spol. s r.o. byla založena 30. září 1991. Po menších změnách ji vedou a spravují tři jednatele, kteří jednají jménem společnosti samostatně. Datum uzavření společenské smlouvy byl sepsán 23. září 1991. Každý jednatel má obchodní podíl 1/3. Jednatelé jsou rozděleni na obchodního, ekonomického a provozního ředitele pobočky v Ostravě, kde každý má zadané instrukce práce a její náplň. Centrála firmy je v Opavě, ale pro velký zájem otevřela v roce 1993 pobočku firmy také v Ostravě. V této práci se budu zabývat pouze skladem umístěným v areálu v Opavě na ul. Krnovská 553/184, který nabízí rozsáhlý sortiment zboží, viz Příloha D.



GPS:49°57'0.259"N, 17°52'34.454"E

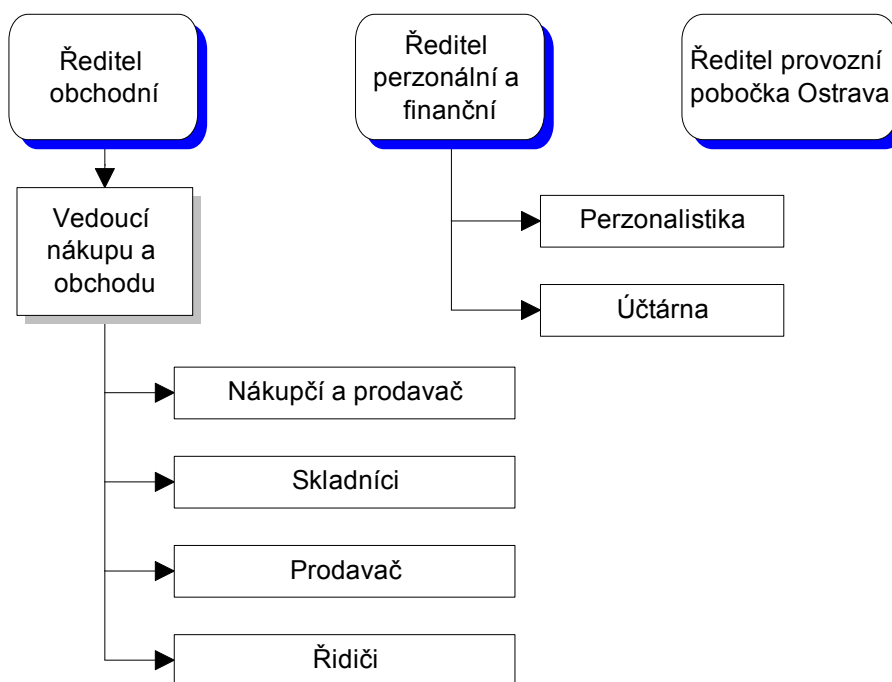
Obrázek č. 1 Fotografie společnosti, logo společnosti a její umístění v Opavě

Společnost TRANSA spol. s r.o. se od svého vzniku úzce věnuje obchodní činnosti v oblasti nákupu a prodeje náhradních dílů a příslušenství na veškerá tuzemská a nákladní vozidla, autobusy, návěsy, dále pak na osobní vozidla zn. Škoda a na osobní přívěsy. Do 24 hodin zajišťuje také náhradní díly na osobní automobily všech zahraničních značek. Na tento nákup a okamžitý prodej, nebude v této práci brán zřetel. Práce se bude věnovat jen takovému zboží, které je zde uskladňováno do skladu s následnou, pozdější expedicí a prodejem. Společnost zabezpečuje i formu manipulace se zbožím, kde u něj nedochází k uskladňování na sklad, ale zboží si ihned koncový zákazník odváží buď vlastní dopravou, nebo je toto zboží ihned zavezeno, popřípadě zabaleno a vyexpedováno jako poštovní zásilka Českou poštou. Tato forma manipulace nebude dále zohledňována.

Obchodní společnost nabízí náhradní díly a příslušenství na nákladní vozidla: Avia, Tatra, Liaz, Karosa, Multicar, Daf, Iveco, Man, Mercedes, Renault, Scania a Volvo. Náhradní díly a příslušenství na osobní vozidla Škoda a náhradní díly a příslušenství na přívěsy a návěsy: Panav, Bss, Bpw, Saf, Trailor, Ror, Fruehauf. Nabízí velkoobchod a maloobchod autobaterií, brzdových bubnů a kotoučů, disky kol, brzdové obložení a brzdové destičky, nápravové díly a součásti, alternátory, tažná zařízení apod. Firma TRANSA spol. s r.o. získala za dobu své existence několik obchodních zastoupení významných výrobců, díky nimž je tato firma schopna konkurovat ostatním dodavatelům. Také získala výhradní obchodní zastoupení pro celou Českou a Slovenskou republiku u firmy AUTOPART a.s., Mielec (P) – výrobce autobaterií a pro Českou republiku u firmy Hungarofék KFT z Mezokeresztes (HUN), která vyrábí brzdové bubny a kotouče. Díky kvalitním službám, úměrným cenám a ochoty zaměstnanců se TRANSA spol. s r.o. zařadila mezi nejvýznamnější firmy ve svém oboru v celorepublikovém měřítku. Dodavatelé společnosti jsou uvedeni v Příloze E.

1.2 Organizační struktura společnosti

Schéma organizační struktury je znázorněno na následujícím schématu. Majitelé firmy jsou zároveň jejím statutárním orgánem. Každý z nich zastupuje společnost samostatně, jejich práva a povinnosti jsou specifikovány společenskou smlouvou.



Obrázek č. 2 Organizační struktura společnosti

Ředitel personální a finanční má na starosti personální politiku a vedení účtárny. Účtárna zodpovídá a vede finančního účetnictví firmy, odvod daní, sociálního a zdravotního pojištění, dále fakturaci na základě kupních smluv, kontrolu plateb dodavatelům a úhradu vydaných faktur. Zajišťuje archivaci dokumentů firmy a legislativní řešení vymáhání nezaplacených odběratelských faktur.

Ředitel obchodní zodpovídá za obchodní činnosti a to pomocí vedoucího nákupu a obchodu. Vedoucí obchodu a nákupu má pod kontrolou a řízením nákupčí a prodavače, skladníky a řidiče. Jeho náplní práce je příjem zakázek od odběratelů, zpracovává dané zboží, vytváří dodací listy a tiskne faktury. Náplní práce obchodního ředitele je zejména oslovování potenciálních klientů, pravidelné návštěvy zákazníků, technická specifikace poptávek a příprava specifických nabídek.

Pro činnost nákupu má vedoucí nákupu a obchodu k dispozici nákupčího, který kontroluje objednávky, které se tvoří v systému MAGIS automaticky. Dělá celkovou kontrolou objednaného a dodaného zboží. Pomáhá jako prodavač, v případě velkého množství zakázek. Vedoucí řídí provoz a celkový chod skladu, zadává úkoly podřízeným, vytváří a zasílá nabídky zákazníkům, provádí rozpočet nákladů a kalkulaci cen. Zodpovídá za příjem zboží na sklad a jeho kontrolu, řeší případné reklamace. Spolu s prodavačem je zodpovědná za vedení skladové evidence a její kontrolu.

Skladníci přijímají a vydávají zboží ze skladu. Taktéž zabezpečují skladovou dopravu. Náplní práce skladníka je fyzická kontrola přijatého zboží, jeho uskladnění a výdej zboží a v neposlední řadě udržování pořádku a čistoty ve skladu.

Prodavač komunikuje se zákazníkem a zjišťuje, zda dané zboží je na skladě. V případě, že zboží není skladem, zadává informaci pro nákupčího, že je nutné zboží objednat. Prodavač má na starosti vedení skladové evidence a je zodpovědný i za pokladnu. Dle vytížení je k dispozici vedoucí nákupu a obchodu.

Řidiči pomáhají skladníkům při vychystávání zboží ze skladu, vykládka z auta. Řidiči rozváží zboží ze skladu buď koncovým zákazníkům, nebo dalším velkoobchodům. Řidič také dováží zboží do skladu, v případě vlastní dopravy.

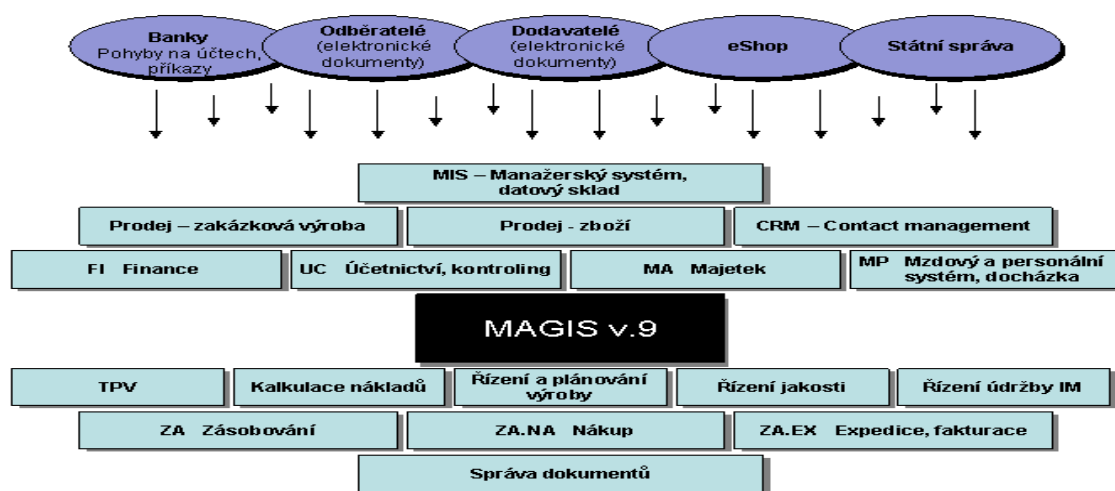
1.3 Informační systém

V dnešní době je běžné, že na správu a řízení skladů jsou využívána počítačová řešení a informační systémy. Díky těmto systémům probíhají uskladňovací a

vyskladňování operace rychle, bez prostojů a při minimálních nákladech, umožňují kontrolu stavu zásob podle množství a hodnoty.

Firma TRANSA spol. s r.o. využívá pro účetní a skladové informace IS MAGIS od společnosti DATA-Software, spol. s r. o., který je výrobce a dodavatel modulárního informačního systému MAGIS a poskytovatelem komplexních IT služeb.

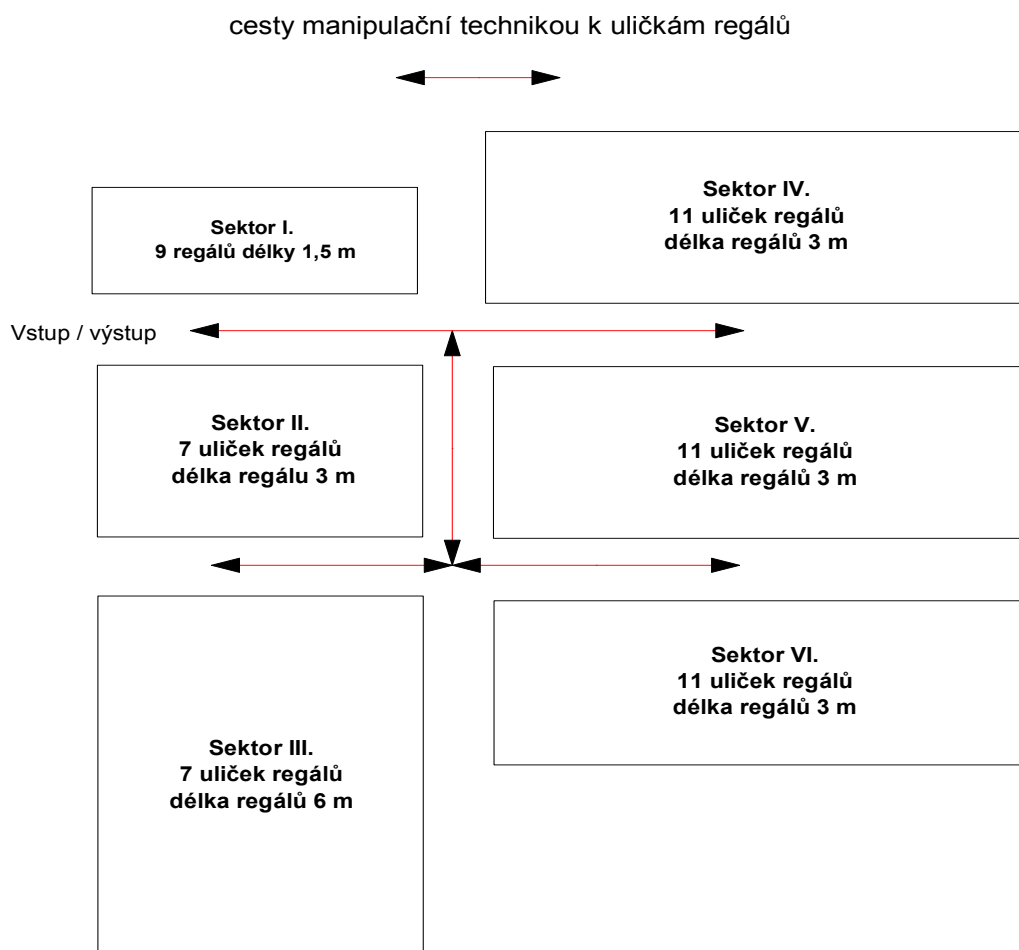
IS MAGIS je rozdělen na 2 sekce a to MAGIS ZÁSoby a MAGIS FINANCE. MAGIS zásoby, je zde celková evidence skladu, od objednání zboží, skladové karty, minimálního udaného množství na skladě, dodavatelé, číselné označení další položky atd. V MAGIS finance, zde je celkové účetnictví ve firmě. Provádí se zde podvojný účetnictví, nutné platby firmy jako jsou daně (DPH, daň z nemovitostí, daň silniční, daň z příjmu), smlouvy zaměstnanců, mzdové listy, evidenční důchodové listy, výplatní lístky atd. Evidují se zde odvody za platby jako je platba za nájmy, platba za faktury dodavatelům, příjmy za prodané zboží a to platby v hotovosti, kartou nebo na účet.



Obrázek č. 3 Informační systém MAGIS v. 9

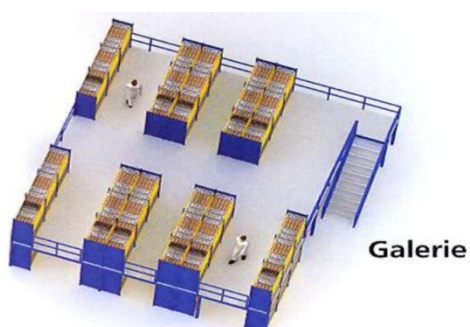
1.4 Skladovací prostor a regály

Skladovací prostor je umístěn ve dvoupodlažní budově, v prvním podlaží je umístěn sklad firmy, v druhém podlaží je umístěna restaurace a bowling. V mé práci se zabývám pouze prvním podlažím. Zboží je uskladňováno na prodejní ploše přes 1100 m². Půdorys budovy má obdélníkový tvar o rozměrech 25 x 44 m. Výška budovy je 6 m. Samotný sklad je vlastní, regálového typu pro kusové materiály.



Obrázek č. 4 Dělení skladu do zón a regály

Převážnou část skladu tvoří regály policové, které jsou pravoúhle blokově uspořádané, typ tzv. galerie. Nosnost užitých ploch odpovídá použité skladové technologii a hmotnostem skladovaného materiálu. Skladovací plochy jsou rovné a upravené s ohledem na povahu skladovaných a manipulačních jednotek.



Obrázek č. 5 Galerie regálů

Použité regály

Regál patří k základnímu vybavení skladu, je při používání a obsluze nositelem určitého rizika, které si člověk kolikrát uvědomí, až když je pozdě. Proto je důležitější, dávat důraz na správnou nosnost a bezpečné ukotvení regálů, než jen na vhodnost jejich umístění, co se do rozměru týče. V tomto případě tvoří uskladnění zásob na regálech přibližně 90%, jedná se zde o regály nepřemístitelné nekotvené – tedy takové, které svojí konstrukcí a provedením nejsou určeny k přemísťování. Mohou být obsluhovány strojně pro ruční zakládání, jedná se o skříňové příčkové jednořadé regály. Regály jsou od firmy METALSISTEM S.p.A., Italy, značky UNIRACK USA. Maximální zatížení sloupce je 2600 kg.



Obrázek č. 6 Regály UNIRACK USA

Šířky cest a uliček

Vzhledem k tomu, že regály mohou být obsluhovány i strojně je velice důležitá správná průchodnost uliček a šířka cest. Zde vše vyhovuje normě ČSN 269010 Manipulace s materiálem [25].

1.5 Manipulace s položkami zboží a manipulační technika

Při prohlídce skladu jsem se soustředila, nejen na stavební provedení skladu, ale také, zda sklad odpovídá použité skladovací technice a skladové manipulaci, dále použité technologii a druhu skladovaného materiálu.

Manipulace a přemísťování zboží patří do správně zorganizovaného postupu práce ve skladě. Důležitá organizace a popis činností je nutná z důvodu časové vytíženosti zaměstnanců, nutnosti dodržovat váhové limity na ruční manipulaci zaměstnanců a nesmět překročit maximální celkovou hmotnost břemen za pracovní dobu. Co se týká samotné manipulace se zbožím, tak probíhá převážně ručně nebo pomocí ručních vozíků. Jedná se jen o materiál skupenství tuhého. Manipulační a přepravní jednotky zde slouží k ochraně zboží a k dočasnému obalu využívané ve firmě. Objevují se zde, jak jednotky

I. řádu, tak jednotky II. řádu. Z jednotek I. řádu jsou zde užity krabice lepenkové, bedny plastové a plechové. Způsob manipulace takového řádu je jen ruční, dále pomocí ručního plošinového vozíku a ručního nízkozdvížného vozíku. Objevují se zde také jednotky II. řádu, které jsou odvozovány z I. řádu a tvoří se na paletách, které jsou odváženy dodavateli při objednávkách.

Ve firmě se objevují z manipulačních prostředků palety tzv. europalety a to ve velikosti 1200 x 800 x 144 mm, vyrobená ze dřeva. Při nerovnoměrném zatížení má nosnost 1000kg, při rovnoměrném až 1500kg. Těmito palety se manipuluje pomocí ručního nízkozdvížného vidlicového vozíku s nosností až do 2000kg.

Ukládání do regálu je ruční, v případě malého počtu kusů se nese k regálům ručně, v případě většího počtu kusů, dovoz pomocí ručního nízkozdvížného vidlicového vozíku k danému regálu a vyskladnění nastává opět ruční. Je nutno podotknout, že položky jsou umísťovány náhodně a to dle momentálního volného prostoru.

1.6 Další specifikace skladu

Popisovaná společnost je společnost s ručením omezením, tzv. kapitálová obchodní společnost. Tato společnost se zakládá na společenské smlouvě a je podepsána všemi zakladateli, tedy třemi jednatelemi. V provozu firmy je řada povinných úkonů, které jsou vyžadovány ze strany státu, či jiného pověřeného subjektu tzn., dodržuje nejen občanský a obchodní zákoník, ale je spousta platných zákonných norem, výkazy a platby daňovým odvodům, dodržování příslušných norem v oblasti životního prostředí, pracovního práva, hospodářské soutěže či ochrany spotřebitele.

Každý sklad musí mít zpracované místní předpisy, v našem případě nazvané: „Místní provozní řád pro sklad“. V tomto dokumentu se stanovují základní požadavky na skladovací prostory, dodržování bezpečnostních opatření, jak skladovat zboží, popis správné a bezpečné manipulace. Je zde i nutná a předepsaná kvalifikace zaměstnanců, provádí se školení a přezkoušení zaměstnanců a to ve stanovených termínech. Eventuální pohyb osob po skladě, je dovolen jen v doprovodu skladníka nebo jiného zaměstnance skladu, který je řádně proškolen.

V předpise „Místní provozní řád pro sklad“ jsou popsány v zásadách bezpečné skladové manipulace. Je zde i podrobný popis stavebního provedení jako je podlahy, jejich materiál a jaký je povrch, dovozené váhové limity pro skladovací zboží na regálech, jejich dobrá viditelnost, dovozená fyzická zátěž pro ženy a pro muže.

Ve skladu nejsou provozovány činnosti se zvýšeným požárním nebezpečím. V případě, že nastane porucha elektrické instalace nebo nekázeň zaměstnanců je nutno použít přenosné hasicí přístroje.

V dané firmě je tento místní řád vyhotoven v pořádku (dle norem) a dodržují ho všichni zaměstnanci firmy.

2 Analýza materiálového toku

2.1 ABC analýza

Vlastní analýza ABC (jde o procesní řízení nákladů – Activity Based Costing) pomáhá najít jistou střední cestu mezi extrémy, umožňuje snížit náklady jak na držení zásob, tak úroveň zákaznických služeb. Jako velmi efektivní cesta se nabízí rozdělit analyzované položky do několika kategorií [10], [11]. Vlastní ABC analýza vychází z Paretova pravidla (na tzv. pravidlu 80/20), znamená to, že velmi často zhruba 80 % důsledků vyplývá přibližně z 20 % počtu všech možných příčin. (Vilfredo Pareto, ekonom a sociolog, 1848 – 1923 [16]). Uvedená čísla 80 % a 20 % neplatí absolutně, vyjadřují pojmy „hodně“ a „málo“. V konkrétních případech budou více či méně odlišná, či v jiném dělení a jiných číselných hodnotách.

Ukazuje se, že podobná zákonitost platí v podnicích a organizacích zabezpečujících čistě nákup a prodej zboží, případně i výrobu. Některé příklady:

- malá část počtu položek (nákladů) představuje většinu hodnoty spotřeby, nebo prodeje
- velká část celkového objemu nákupu se odebírá od poměrně malého počtu dodavatelů
- značná část tržeb pochází od malého podílu počtu odběratelů
- **velký podíl počtu nákupů a výdejů ze skladu se týká malé části sortimentu;**
- menší část počtu výrobků vytváří značnou část zisku apod.

Z Paretovy zákonitosti vyplývá, že při řízení je žádoucí soustředit se na omezený počet položek, které mají rozhodující vliv na celkový výsledek, a dalším položkám je účelné věnovat mnohem menší pozornost. V našem případě se jedná vzhledem na skladování a manipulaci s položkami skladu vyšetřit, v jakém vztahu je počet položek a příslušný obrát položek v daném, specifikovaném období.

Pro analýzu ABC byl vytvořen základní soubor údajů pro všechny položky, kde zdrojem byly informace z informačního systému MAGIS, užívaného v šetřené společnosti a to za období roku 2011. Výchozí údaje, které je třeba pro jednotlivé skladové položky shromáždit, jsou závislé na požadovaných cílech analýzy. Byly získány za účelem vyhodnocení následující položky dat:

- číslo a název položky
- měrná jednotka množství (MJ)
- velikost výdeje (prodeje) v MJ za analyzované období
- velikost příjmu v MJ za analyzované období
- nákupní cena
- prodejní cena.

Pro tvorbu speciální sestavy byla zadána níže uvedená pravidla, dle kterých je možno posoudit dosti přesně obrat v daném období celého roku 2011. Obratem se zde bude dále myslet počet kusů u jednotlivých položek, které byly nakoupeny a i prodány v daném roce. Pravidla pro šetření a selekci dat i informačního systému byla následující:

- a. Pokud je prodej větší než nákup (byla použita zásoba z minulých období) bere se v úvahu množství nákupu v roce 2011.
- b. Pokud je prodej menší než nákup (část zásoby z nákupu zůstalo na skladě v konci období) bere se v úvahu množství prodeje v roce 2011.
- c. Byly vybrány jen položky, kde MJ jsou kusy (99,8% sortimentu).
- d. Byly vybrány položky, které se skladují v sektorech skladu, které budou předmětem našeho zájmu a šetření.

Tato specifická sestava dat byla podkladem pro další analýzu. Celkem bylo vyselektováno pro další šetření 5480 položek skladu. Bylo nutno rozdělit položky skladu a to podle objemu obratu v kusech.

Pro analýzu byly položky rozděleny do tří skupin, kategorií.

- a) Položky **skupiny A** („velmi intenzivní manipulace“) jsou pro manipulaci prioritní. Jde o položky s vysokou hodnotou ročního nákupu/prodeje = obratu. Položky kategorie A by měly být umístěné co nejblíže místa nákupu (následné uskladňování) či prodeje (expedice) v sektoru regálů.
- b) Položky **skupiny B** („středně intenzivní manipulace“) leží mezi kategoriemi A a C. Obrat je ale méně intenzivní, tedy i méně intenzivní manipulace s položkami a z toho důvodu by položky měly být uskladňovány ve střední vzdálenosti od místa vstupu či výstupu položek ze skladu.

- c) Položkám **kategorie C** („malá intenzita manipulace“) se věnuje nejmenší pozornost, tedy mohou být více vzdáleny od místa nákupu (uskladňování) či prodeje (expedice) a je předpoklad jejich umístění ve zbývajících regálech skladu.

2.2 Vyhodnocení ABC analýzy

Pro potřeby ABC analýzy byla vyhotovena speciální sestava dle výše uvedených podmínek, kde položky skladu byly seříděny dle výšky (počtu v kusech) obratu a to sestupně. Podmínky byly splněny, selekce byla uskutečněna a sestava obsahovala 5480 položek. Limity pro analýzu vztahu výše obratu a počtem položek byly stanoveny dle její úvahy následovně:

Kategorie A - 75 % obratu

Kategorie B - 20% obratu

Kategorie C - 5 % obratu.

Ve vazbě na limity bylo zjištěno [5], [9], jak se chovaly počty položek u skupin, kategorií A, B nebo C.

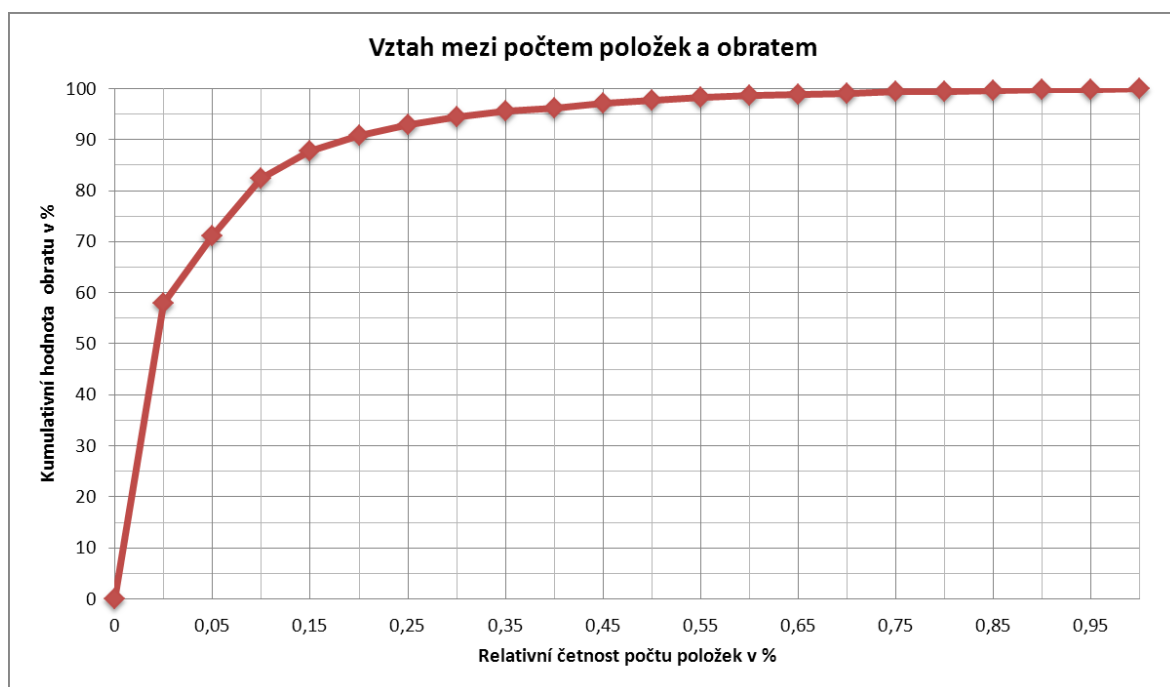
Zjištěné a vypočítané parametry	Limity obratu v %		
	75	20	5
Absolutní četnost položek	342	1427	3711
Kumulovaná absolutní četnost položek	342	1769	5480
Relativní četnost počtu položek v %	6,24	26,04	67,72
Kumulativní relativní četnost počtu položek v %	6,24	32,28	100,00
Absolutní četnost obratu v kusech	365 008	97 335	24 333
Kumulovaná absolutní četnost obratu	365 008	462 343	486 676
Relativní četnost obratu v %	75,00	20,00	5,00
Kumulativní relativní četnost obratu v %	75,00	95,00	100

Tabulka č. 1 ABC analýza obratu vzhledem na četnost položek

Z uvedených a zjištěných dat plyne, že 75 % obratu tvoří jen 6,24 % položek skladu a tato kategorie má za příčinu velkou intenzitu požadavků jak na uskladnění, tak i na vyskladnění, na expedici. V dalším 20 % obratu se týká 26,04 % položek skladu, tedy se jedná o střední intenzitu požadavků na manipulaci s těmito položkami. Zbývajících 5 % obratu se týká 67,72 % položek skladu, jde o malou intenzitu požadavků na skladovou manipulaci. Je zřejmé, že zde dochází k dělení položek vzhledem na velkou, střední či

malou hodnotu obratu, což znamená i dělení položek na položky, vyžadující velkou náročnost na dopravu, střední náročnost na dopravu a poslední řadě položky, které mají požadavky na manipulaci jen okrajově. Lze i předpokládat či dedukovat, že kategorie A má menší potřebu skladových prostor jako kategorie B a kategorie B menší nároky na prostory skladu jako kategorie B. Vyplývá to z velikosti obratu a počtu položek v dané kategorii. Zde ovšem chybí data o objemu jednotky položky – což nebylo možné zjistit, IS to neumožňuje. Proto tak přísně skladové prostory nebudou položkám přiřazovány.

Grafické zobrazení ABC analýzy představuje pak tzv. Lorenzova křivka. I zde je zřejmý vztah mezi obratem a počtem položek a i dělení z pohledu kategorií A, B a C. Pro zobrazení Paretova pravidla, výsledků Paretovy analýzy se využívá invertovaná Lorenzova křivka. V praxi se ale Lorenzova křivka u Paretovy analýzy [21] zobrazuje přesně inverzně – viz následující obrázek zobrazující analýzu skladových zásob pomocí ABC analýzy, kde na ose x je uvedena relativní četnost počtu položek sortimentu a na ose y jejich kumulovaný obrat v %.

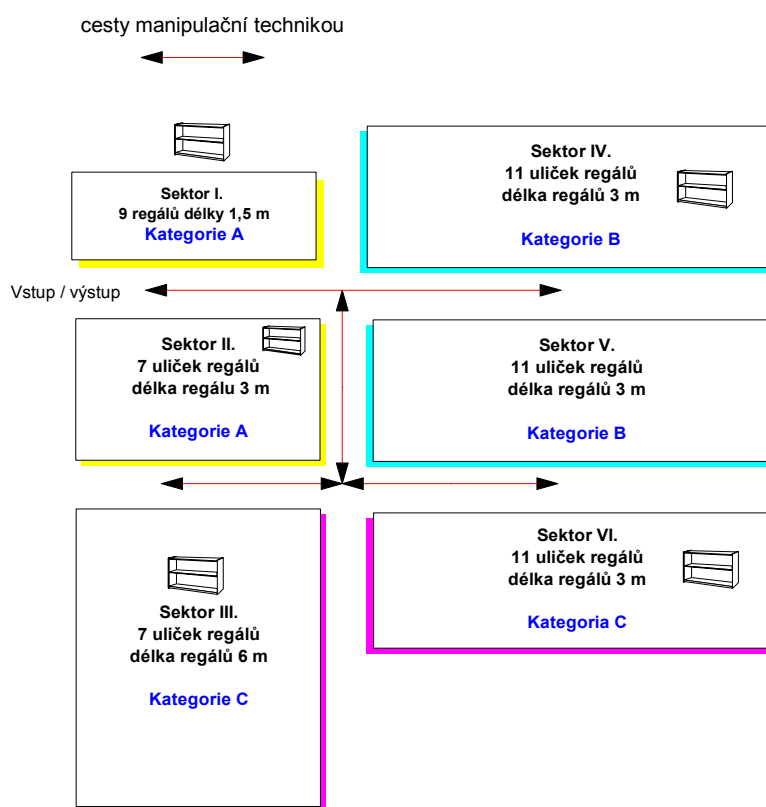


Obrázek č. 7 Lorenzova křivka vztahu obratu a počtem položek – relativně

2.3 Závěr analýzy a návrhy

Z dat výsledků ABC analýzy plyne nutnost se ve skladové manipulaci zaměřit na uspořádání skladových zón – a to do sektorů. Dle ABC analýzy byly přiřazeny kategorie položek A, B a C jednotlivým sektorům I. až VI (viz. Schéma č. 1). Sektory a jejich příslušné regály vycházejí ze stavebních plánů objektů společnosti. Je důležité

poznamenat, že vstupní místo pro uskladnění položek je shodné s výstupním místem pro expedici. Je to vlastně prostor příjezdové rampy, která je i expedičním místem.



Obrázek č. 8 Přiřazení kategorií položek sektorům skladu

Ze zařazení položek a předpokladů o vztahu intenzity obratu a nároku na skladovací prostory, vyplývá úloha - ověřit jaký vliv mají na chování skladovacího systému změny v umístění položek ve skladu, tedy dle přiřazení regálů položkám kategorie A, B a C. Dalším podnětem k šetření je změnit ruční uskladňování či vyskladňování na manipulaci s materiálem jinými prostředky, výkonnější manipulační technikou určenou pro manipulaci. Stávající je ruční manipulace s využitím ručních NZV.

Z těchto úvah plyne pro další řešení dané úlohy racionalizace použít prostředky simulace systému (diskrétní model) a pro optimální výběr (zabezpečení optimálního nákupu technických manipulačních prostředků) metodu vícekritériálního vyhodnocování variant [1] a [4]. Dále budou prováděny experimenty, výpočty a vyhodnocení experimentů pomocí simulace systémů dle následujících variant:

- simulace stávajícího stavu skladu s ruční MT – náhodné umístění skladových položek
- simulace s rozdělením položek do sektorů a s ruční MT
- simulace s rozdělením položek do sektorů a s novou MT.

3 Simulace systému - objektu zájmu

Princip simulace je jednoduchý – místo sledování skutečného procesu či systému a jeho reakcí na provedené organizační změny a změny v technologii, lze sledovat chování jeho simulačního modelu. Simulační model se v našem případě vytváří po analýze současného, daného systému a přenesením skutečných charakteristik systému do prostředí simulačního nástroje, modelu. Součástí takto vytvořeného modelu mohou být nejen charakteristiky daného procesu (například ve skladovacím procesu – časy na příjmu materiálu, trvání vstupní kontroly, počet položek na příjmové faktuře, časy dopravy, místo uskladnění, časy expedice apod.), ale i charakteristiky náhodných jevů, například příchod dodávky, žádosti o prodej, náhodné umístění položky v regálovém skladu a apod. Simulace patří do kvantitativních metod s využitím numerické techniky. Simulace je tedy technika, pomocí které lze provádět experimenty s modelem systému tak, že se mění konfigurace, podmínky, vstupní data nebo jednotlivé scénáře systému a zkoumá se výkonnost systému při jednotlivých variantách experimentů [1]. Jde o metodu, která slouží na řešení složitějších úloh, v našem případě úlohy chování skladu se všemi složitými podmínkami a vazbami.

Realizace změn v praxi přináší vždy nemalá rizika, dynamická simulace jako prediktivní metoda pomáhá tato rizika minimalizovat tím, že umožňuje modelovat pracovní prostředí a simulovat důsledky různých rozhodnutí. Je zřejmé, že na skutečném systému nelze vždy zkoumat vliv změn (nemožnost či značná finanční nákladnost). Pomocí sestaveného modelu lze testovat alternativní chování sledovaného objektu ve změněných podmínkách (což bude naše úloha a cíl) a cíleně, na základě stanovených měřítek výkonnosti, lze porovnávat výstupy ze záměrů a tak porovnávat i vytýčené cíle. Takovým modelovaným objektem či procesem může být jistě i sklad a manipulace se zbožím od příjmu po expedici s meziuskladněním.

Tento způsob práce přináší mnohé výhody – můžeme například vytvářet modely již existujících systémů a na základě výsledků chodu modelu navrhovat racionalizační opatření, což je náš případ. Simulační čas běží mnohem rychleji než reálný, a tak je možné vyhodnotit různé varianty navrhovaného řešení problému ve velmi krátkém čase, měřeného na počítači v sekundách [4], [6].

Simulace umožňuje komplexnější pohled na danou úlohu. To je způsobené mimo jiné její schopností napodobovat a sledovat stochastické i dynamické vlastnosti jednotlivých procesů a tak předpovídat jejich chování, pokud by k daným změnám přišlo,

byly by realizovány v procesu racionalizace. Pomocí simulace je možné vytvořit a prověřit různé varianty řešení. V rámci experimentování je možné porovnat různé scénáře a řešení situací „Co když něco změním – tak co se potom stane“.

Simulace je tedy moderní metoda analýzy složitých podnikových procesů (a nejen podnikových), které obsahují prvky náhodného a dynamického chování.

3.1 Řešený problém

V současné době jsou položky uskládány náhodně, tzn. umisťovány bez ohledu na jejich intenzitu obratu. Druhá skutečnost ve skladování spočívá v tom, že není použita žádná vyšší mechanizace dopravních zařízení (manipulační techniky), operace manipulace se zbožím jsou jen pomocí ručních vozíků. Problém dopadu změn v uspořádání skladu do zón a změn v manipulační technice je velmi složité vyhodnotit. Problém je velmi složitý, je s mnoha proměnnými, které mají pravděpodobnostní charakter a i svoji dynamiku. Proto je simulace velmi vhodným nástrojem řešení tohoto problému. Pravděpodobně je to v tomto případě i jediná použitelná metoda.

Definice cílů a hypotéz

Definované cíle vycházejí z výše uvedených problémů a záměrů.

Cíl 1: Vytvořit a validovat simulační model stávajícího systému a provedením experimentu získat jeho základní charakteristiky (Experiment č. 1 – značený E1).

Cíl 2: Změnit parametry pro umístění položek skladu dle analýzy ABC, vykonat experiment a tak získat charakteristiky skladového systému (Experiment č. 2 – značený E2).

Hypotéza: Změnou umístění položek do sektorů, určených dle analýzy ABC očekávám snížení čerpání skladovacích zdrojů (využití manipulačních jednotek a skladníků) a snížení nákladů na dopravu (snížení počtu ujetých km). Očekává se snížení využití zdroje na skladování a snížení ujetých vzdáleností o 5 – 15 procent.

Cíl 3: Upravit simulační model zavedením vyšší mechanizace v dopravě a to vysokozdvížnými vozíky. Získat tak charakteristiky systému s tím, že již bude zachováno rozdělení položek do sektorů, jako tomu bylo v předcházejícím simulačním modelu (Experiment č. 3 – značený E3).

Hypotéza: Očekávám zkrácení času dopravy a snížení využití zdroje skladování – doprava o 20 – 40 procent oproti původnímu systému.

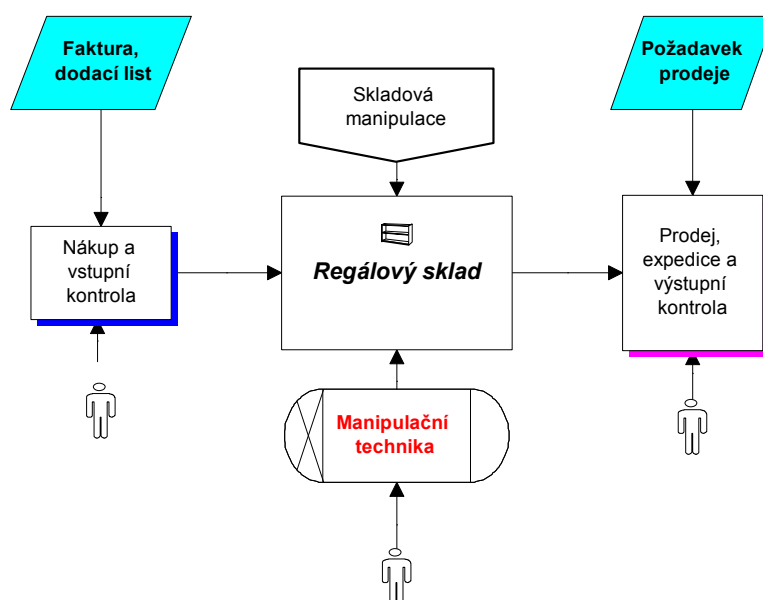
3.2 Vytvoření konceptuálního modelu

Základní představu o simulovaném systému podává tzv. konceptuální model. Je nutno jej vytvořit před tím, než započne tvorba vlastního počítačového modelu. Při vytváření konceptuálního a později simulačního modelu se uplatňuje abstrakce. Konceptuální model by měl zachytit následující aspekty:

- jaký systém budeme modelovat
- podle jakých kritérií je hodnocena efektivnost systému
- jak podrobná úroveň modelování je nutná
- jaké objekty (entity), činnosti (aktivity) a zdroje modelovaný systém zahrnuje
- jaké požadavky vstupují do systému a jaká jsou pravidla pro jejich obsluhu
- jakým způsobem se přidělují omezené zdroje.

3.2.1 Jaký systém se bude modelovat

Simulační model bude modelem z oblasti hromadné obsluhy a to organizace zabezpečující nákup, uskladňování a prodej zboží zákazníkům. Systém bude modelován od příjmu zboží po jeho expedici. Základní schéma s danou úrovní abstrakce je zachyceno na následujícím schématu.



Obrázek č. 9 Schéma skladového systému s nejvyšší abstrakcí

Předmětný systém je zobrazen s velmi vysokou úrovní abstrakce. Celý systém lze rozdělit na čtyři samostatné podsystémy. Prvním je subsystém nákupu a vstupní kontroly, druhý je subsystém zabezpečování manipulace ve skladu, třetí je subsystém regálového skladu a čtvrtý je expediční, prodej skladových položek. Vazba, která subsystémy propojuje, je subsystém skladové manipulace. Skladová manipulace je zase dána způsobem adresace položek na skladu a i úrovní manipulační techniky.

3.2.2 Kritérií hodnocení efektivnost systému a hlediska modelování

Jednotlivé experimenty podají výsledky o chování experimentovaného systému, který je daný svými specifickými daty a podmínkami. Podmínky plynou z cíle simulace. Efektivnost experimentů se systémem bude hodnocena z několika následujících hledisek:

- vytižení nákupního subsystému - Nákup
- vytiženost prodejního subsystému - Prodej
- vytiženost dopravního subsystému, manipulační techniky - Doprava
- ujetá vzdálenost manipulační techniky za dané období
- průběžné časy naskladnění a vyskladnění
- délky čekání požadavků na naskladnění či vyskladnění
- chování zásobníků, front před pracovišti.

Z hlediska vlastností chování systému (charakteru procesu) se bude v našem případě jednat o model s hodnotami deterministickými (hodnoty proměnných jsou v každém okamžiku přesně definovány, při stejných podmínkách jsou výsledky simulace stejné, do modelu nejsou zahrnuty náhodné veličiny) i s hodnotami stochastickými (zkoumaný problém nebo metoda řešení mají náhodný charakter, proměnné se chovají náhodně podle určené pravděpodobnosti).

Z hlediska způsobu zachycení časového faktoru se bude jednat o model s diskrétním časem - časová proměnná zde bude 1 minuta. Simulace bude probíhat na časovém úseku a to vzhledem na vykonanou analýzu ABC – 1 rok.

3.2.3 Objekty, činnosti a zdroje

Struktura simulačního modelu se skládá ze tří základních prvků: entit (objektů), aktivit (činností) a zdrojů.

Entity

Entity (objekty): dynamické prvky, které se pohybují systémem. V určitém okamžiku do systému vstoupí a jsou na nich realizovány určité aktivity (činnosti). Přitom si alokují nebo spotřebovávají určité zdroje. Po čase systém entity opouští (končí). Dynamickými prvky ve vytvářeném simulačním modelu budou:

Faktura (případně dodací list). Tento objekt je náhodně dle daného typu rozdělení pravděpodobnosti ve vypočítaných časových úsecích generován – příchod entity. S tímto objektem (informačního charakteru) je spojen i materiálový tok položek zboží, které mají být uskladněny. Dle pravděpodobnostního rozdělení jsou vygenerovány jednotlivé položky z faktury a postupují modelem dále.

Prodej (případně požadavek na prodej). Tento objekt je náhodně dle daného typu rozdělení pravděpodobnosti ve vypočítaných časových úsecích generován – příchod požadavku. S tímto objektem (informačního charakteru) je spojen i materiálový tok položek zboží, které mají být vyskladněny a expedovány. Dle pravděpodobnostního rozdělení jsou vygenerovány jednotlivé položky z požadavku na prodej a postupují modelem dále.

V GPSS (bude použit tento simulační jazyk) entita či objekt protékající modelem se nazývá transakce. Na danou transakci jsou v procesu nastavovány (vypočítávány, pokud jsou stochastického charakteru apod.) hodnoty parametrů, upřesňujících informace o objektu a informace pro zdroje i aktivity.

Zdroje

Zdroje: zdroje jsou prvky, které jsou entitami po určitý čas využívány nebo spotřebovány. Každý zdroj má svou kapacitu. Pokud entita vyžaduje určitý zdroj, který není momentálně dostupný, staví se entita do fronty před zdrojem.

Nákupní oddělení. Zabezpečuje objednávání zboží, přijímání dodavatelských faktur, kontrolu fyzické dodávky a komunikuje s informačním systémem v subsystému – Nákup. Současně vykonává i vstupní kontrolu. Na základě fyzické dodávky informuje o dodávce sektor dopravy. Nákupní oddělení bude určeno počtem pracovníků.

Prodejní oddělení. Zabezpečuje prodej zboží na základě požadavek od odběratelů. Komunikuje s informačním systémem v subsystému Prodej. Informace o vyskladnění předává sektoru dopravy, po dopravení na expediční místo provádí výstupní kontrolu a uskutečňuje komplexní expedici. Prodejní oddělení bude určeno počtem pracovníků.

Sektor dopravy. Na základě informací od oddělení nákupu či prodeje vykoná danou skladovou manipulaci, využívá danou manipulační techniku a fyzicky provede buď uskladnění položky skladu do daného regálu z vstupního místa, nebo vyskladnění do expedičního místa. Sektor dopravy je dán počtem manipulačních zařízení, což je spojeno se stejným počtem pracovních sil – skladníků (obsluha).

Fronta nákup. Zásobník práce před oddělením nákup, kde čekají jednotlivé dodané skladové položky na vyřízení nákupu.

Fronta skladování. Zásobník práce (požadavků na uskladnění či vyskladnění) před sektorem skladování, kde čekají jednotlivé skladové položky na realizaci manipulace s položkou.

Fronta prodej. Zásobník práce před oddělením prodeje, kde čekají jednotlivé požadavky na vyřízení expedice.

Aktivita

Aktivita (činnosti): aktivity označují dále nedělitelné prvky systému, které ovládají pohyb entit.

Obsluha na objektu Nákupní oddělení. Obsluha požadavku na zpracování dodávané položky skladu. Doba vyřizování jednotlivých požadavků bude stanovena na základě rovnoměrného rozdělení pravděpodobnosti. Součástí procesu je kromě vlastního vyřizování požadavku i případné čekání požadavku na vyřízení (fronta Nákup).

Obsluha na objektu Prodejní oddělení. Obsluha požadavku na zpracování expedované položky skladu. Doba vyřizování jednotlivých požadavků bude stanovena na základě rovnoměrného rozdělení pravděpodobnosti. Součástí procesu je kromě vlastního vyřizování požadavku i případné čekání požadavku na vyřízení (fronta Prodej).

Obsluha na sektor Dopravy. Obsluha požadavku na zpracování nakupované/expedované položky skladu. Doba zatížení manipulačních zařízení (i obsluhy) bude dána:

- vypočítanou délkou uskutečňované individuální cesty mezi vstupním/výstupním místem skladu a místem uskladnění/vyskladnění
- rychlostí manipulační techniky (skladníka)
- časem manipulace při nakládání položky
- časem manipulace při nakládání položky.

Pracovní cyklus bude zjednodušený a to ve skladbě oproti kompletnímu výčtu skladby [2]:

- čas potřebný pro naložení (uchopení) položky skladu včetně přestavění (zdvih)
- čas potřebný k překonání vzdálenosti přemístění z počátečního do koncového místa
- čas potřebný pro vyložení položky skladu včetně přestavění
- čas potřebný pro překonání vzdálenosti přemístění z koncového do počátečního místa včetně přestavění.

Součástí procesu je kromě vlastního vyřizování požadavku i případné čekání požadavku na vyřízení manipulace s položkou (fronta Sklad).

3.3 Sběr dat

Pro modely hromadné obsluhy jsou klíčové údaje o časovém intervalu mezi příchody požadavku na oddělení nákupu, o časovém intervalu příchodu požadavku na oddělení prodeje, čas zpracování požadavků, podklady pro výpočty vzdáleností ve skladu a rozměrová specifikace skladových regálů. Získání těchto klíčových údajů probíhalo na základě:

- rozhovoru s vlastníkem a zaměstnanci firmy
- pozorování přímo při reálné činnosti skladového systému
- zapůjčení stavebních výkresů skladu a regálů.

Cílem rozhovorů bylo získat si představu o délce vyřizování požadavků, cílem třetího bodu bylo získat data pro stanovení délky cest pro operace s manipulační technikou.

3.3.1 Základní údaje, příchodu a vyřizování požadavků

Na základě provedení několika rozhovorů se zaměstnanci společnosti bylo potřebné získat hlubší představu o časových nárocích na vykonání operací jak při nákupu, tak při manipulaci či při expedici. K sběru informací sloužil i informační systém společnosti. Jistě lze poznamenat, že data jsou jen odhadnuta a je nutné až na základě chodu a výsledků ze simulačního modelu ověřit, zda je to aspoň v dobrém souladu se skutečností. Tento proces objektivizace je velmi subjektivní, ale bylo přikročeno k analýze dat z informačního, ekonomického systému aspoň na intenzitu požadavků na uskladnění a intenzitu požadavků na expedici.

Správnost byla vizuálně ověřena na skutečných datech získaných z informačního systému a také na datech získaných z pozorování či z odpovědí pracovníků společnosti.

Název dat	Údaj	Rozdělení	Rozměr
Směnnost	2		směny
Počet pracovních dnů v roce 2011	253		dny
Využití směny	90		%
Střední doba mezi příchodem požadavku na nákup	220	Exponenciální	min
Střední doba mezi příchodem požadavku na expedici	180	Exponenciální	min
Doba obsluhy položky na nákupu	10 až 15	Rovnoměrné	min
Odchylka doby obsluhy položky na nákupu	2 až 5	Rovnoměrné	min
Doba obsluhy položky na expedici	10 až 15	Rovnoměrné	min
Odchylka doby obsluhy položky na expedici	3 až 5	Rovnoměrné	min
Doba nakládání položky na manipulační zařízení	10 až 15	Rovnoměrné	min
Doba vykládání položky z manipulačního zařízení	10 až 15	Rovnoměrné	min
Rychlost manipulační techniky (základní model)	16	konstanta	m/min

Tabulka č. 2 Základní údaje o systému a tvorbě pro E1 a E2

Název dat	Údaj	Rozdělení	Rozměr
Směnnost	2		směny
Počet pracovních dnů v roce 2011	253		dny
Využití směny	90		%
Střední doba mezi příchodem požadavku na nákup	220	Exponenciální	min
Střední doba mezi příchodem požadavku na expedici	180	Exponenciální	min
Doba obsluhy položky na nákupu	10 až 15	Rovnoměrné	min
Odchylka doby obsluhy položka na nákupu	2 až 5	Rovnoměrné	min
Doba obsluhy položky na expedici	10 až 15	Rovnoměrné	min
Odchylka doby obsluhy položky na expedici	3 až 5	Rovnoměrné	min
Doba nakládání položky na manipulační zařízení	5 až 8	Rovnoměrné	min
Doba vykládání položky z manipulačního zařízení	5 až 8	Rovnoměrné	min
Rychlost manipulační techniky (inovace)	166	konstanta	m/min

Tabulka č. 3 Základní údaje o systému a tvorbě pro E3

Exponenciální rozdělení pravděpodobnosti

Při tvorbě doby mezi příchody požadavku na nákup a doby požadavku na prodej bylo využito exponenciálního rozdělení pravděpodobnosti těchto dob. To, že náhodná veličina X má exponenciální rozdělení s parametry β a λ , hustota pravděpodobnosti tohoto rozdělení má tvar:

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-\frac{x}{\beta}}$$

kde

β = hodnota doby mezi příchody

λ ≥

Parametr λ se často interpretuje jako tzv. "parametr posunutí" rozdělení na ose x . v našem případě generování dob bude s užitím neposunutého exponenciálního rozdělení, tedy $\lambda = 0$.

3.3.2 Údaje o skladbě faktury a expedičního příkazu

Při nákupu jsou dopravovány položky různými dopravními prostředky. Dodávky mají dle faktury a dodacího listu v jedné dodávce různý počet položek skladu. Tato zákonitost je stejná i u požadavku na expedici. Zákaznický požadavek obsahuje rozdílně počet položek skladu na jedné žádosti pro prodej.

V simulačním modelu je nutně zkopírovat z entity tolik položek, kolik bude určeno z následujících dat, získaných od pracovníků společnosti, případně i z informačního systému. Počty položek a jejich výskyt byl odhadnut pracovníky nákupu a expedice a verifikován vzhledem k údajům z IS.

Počet položek na faktuře	Výskyt v %	Počet položek pro 1 expedici	Výskyt v %
1	10	1	10
2	30	2	30
3	16	3	10
4	4	4	10
5	30	5	30
10	5	8	5
20	3	10	3
30	2	15	2

Tabulka č. 4 Rozdělení pravděpodobnosti počtu položek v žádostech na dopravu

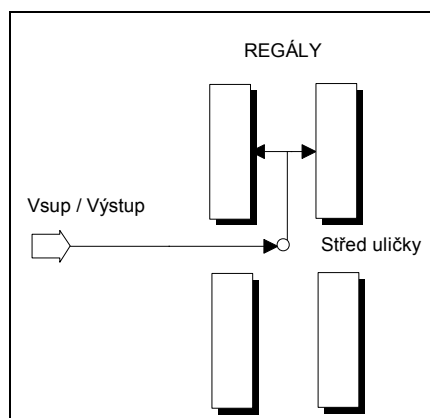
3.3.3 Údaje o vzdálenostech k regálům a jejich délce

Následující tabulka stanovuje vzdálenost středů uliček regálů od vstupního (pro navážení do skladu) i výstupního místa skladu (pro expedici). Místu vstupu a výstupu je totožné. Dále jsou zde údaje o délce regálů a příslušnosti regálů k sektorům A, B nebo C, určeným dle analýzy ABC (pro Experiment E2 a E3), viz Kapitola 2.

Pásma regálů	Číslo regálu / uličky	Vzdálenost od V/V místa v m	Délka regálu v m	Určení pro kategorii	Pásma regálů	Číslo regálu / uličky	Vzdálenost od V/V místa v m	Délka regálu v m	Určení pro kategorii
I.	1	0,0	1,5	A	IV.	29	26,2	4,5	B
I.	2	1,5	1,5	A	IV.	30	28,4	4,5	B
I.	3	3,0	1,5	A	IV.	31	29,6	4,5	B
I.	4	4,5	1,5	A	IV.	32	32,0	4,5	B
I.	5	6,0	1,5	A	IV.	33	33,8	4,5	B
I.	6	7,5	1,5	A	IV.	34	35,0	4,5	B
I.	7	9,0	1,5	A	V.	35	16,2	3,0	B
I.	8	10,5	1,5	A	V.	36	17,4	3,0	B
I.	9	12,0	1,5	A	V.	37	19,8	3,0	B
II.	10	1,2	3,0	A	V.	38	22,2	3,0	B
II.	11	3,6	3,0	A	V.	39	23,8	3,0	B
II.	12	5,4	3,0	A	V.	40	26,2	3,0	B
II.	13	7,8	3,0	A	V.	41	28,4	3,0	B
II.	14	9,6	3,0	A	V.	42	29,6	3,0	B
II.	15	12,0	3,0	A	V.	43	32,0	3,0	B
II.	16	14,8	3,0	A	V.	44	33,8	3,0	B
III.	17	6,2	6,0	C	V.	45	35,0	3,0	B
III.	18	8,6	6,0	C	VI.	46	36,2	3,0	C
III.	19	10,4	6,0	C	VI.	47	37,4	3,0	C
III.	20	12,8	6,0	C	VI.	48	39,8	3,0	C
III.	21	14,6	6,0	C	VI.	49	42,2	3,0	C
III.	22	17,0	6,0	C	VI.	50	43,8	3,0	C
III.	23	19,8	6,0	C	VI.	51	46,2	3,0	C
IV.	24	16,2	4,5	B	VI.	52	48,4	3,0	C
IV.	25	17,4	4,5	B	VI.	53	49,6	3,0	C
IV.	26	19,8	4,5	B	VI.	54	52,0	3,0	C
IV.	27	22,2	4,5	B	VI.	55	53,8	3,0	C
IV.	28	23,8	4,5	B	VI.	56	55,0	3,0	C

Tabulka č. 5 Určení pásma regálů, vzdáleností a délky regálů

U čísla 1 až 9 se jedná příjezd manipulační techniky k čelu regálu. U ostatních čísel se jedná o příjezd k čelu uličky a to ve středu uličky. V tabulce jsou vzdálenosti u čísel 10 až 56 od místa vstupu či výstupu k čelu uličky, kde v uličce jsou po pravé i levé straně regály. Již se nerozlišuje místo nakládky či vykládky do/z pravého či levého regálu. Taktéž je zanedbávána šířka příjezdové cesty.



Obrázek č. 10 Příjezd manipulační techniky k čelu uličky

3.3.4 Výpočty v simulačním modelu

Je nutné stanovit pomocí výpočtu několik základních charakteristik, které mají podstatný vliv na chod každého chodu simulačního modelu. Jedná se o charakteristiky spojené s délkou chodu simulačního modelu a s výpočty délky cest manipulační techniky z vstupního či výstupního místa k regálu nebo od něj. Je nutno ještě stanovit i délku cesty k buňce regálu od čela regálu.

Délka simulace

$$DS = PD * SM * VY * 60 * 8$$

Kde:

DS – délka simulačních chodu v minutách

PD – počet pracovních dní v roce

SM – směnnost objektu simulace (počet směn / pracovní den)

VY – využití pracovní doby (relativní číslo v %/100).

Délka cesty manipulační techniky

Délka cesta se skládá z cesty z výchozího místa k čelu regálu a odtud k místu naskladnění či vyskladnění. Délka cesty k čelu regálu je uvedena v Tabulce č. 5. Délka regálu je taktéž v Tabulce č. 5.

$$DC = 2 * CE + UL$$

Kde:

DC – délka kompletní cesty v m

CE – délka k čelu regálu v m (Tabulka č. 5)

UL – délka regálu (Tabulky č. 5) * náhodné číslo mezi 0 a 1.

Výpočet času obsluhy manipulace s položkou

Čas manipulace se skládá z času naložení (vyložení), z času vyložení (naložení položky) a času dopravy po vypočítané délce trasy = DC.

$$CM = CN + CV + DC/RY$$

Kde:

CM – čas manipulace v min

CN – čas nakládky

CV – čas vykládky

DC – délka cesta

RY – rychlost manipulačního prostředku.

3.3.5 Údaje o počtu cyklů manipulační techniky

Při uskladňování a vyskladňování může přijít k situacím, že položka má objem nebo hmotnost takového rozměru, že je nutno s položkou manipulovat několikrát. Znamená to, dopravní cesta pro danou položku se znásobuje a tím více zatěžuje dopravu. Dle zkušeností byly odhadnuty pravděpodobnosti o násobnosti jízd následovně v Tabulce č. 6. Vycházelo se při odhadu i z intenzity obratu položky, kde bylo již přihlédnuto k výsledkům analýza ABC (A – velká intenzita manipulace, B – střední intenzita manipulace, C – malá intenzita manipulace).

Výskyt a počet cyklů při nákupu					
Výskyt v %	Velká intenzita	Výskyt v %	Střední intenzita	Výskyt v %	Malá intenzita
90	0	95	0	95	0
5	1	5	1	5	1
5	2				

Výskyt a počet cyklů při expedici					
Výskyt v %	Velká intenzita	Výskyt v %	Střední intenzita	Výskyt v %	Malá intenzita
90	0	90	0	90	0
5	1	10	1	10	1
5	2				

Tabulka č. 6 Počet cyklů při manipulaci s položkou

3.4 Tvorba simulačního modelu

Tvorba simulačního modelu posouvá neformální konceptuální model k jeho formalizované podobě. Formální model se v další fázi přeloží do simulačního jazyka, v našem případě do simulačního jazyka GPSS. Simulační jazyk General Purpose Simulation System (GPSS) [3], [21] - všeobecně zaměřený simulační systém, je simulační jazyk zaměřený na simulaci diskrétních systémů hlavně pro oblasti strojírenství, hutnictví a hlavně pro systémy s hromadnou obsluhou. Vznik simulačního jazyka je v době kolem roku 1961. Zemí původu je USA. V této práci je použita modifikace GPSS Word Student Version – pro operační systémy typu Windows. Simulační jazyk GPSS představuje jazyk se svojí gramatikou, přesně stanovenou strukturou a systémem programů. Modely v GPSS je možné vytvářet pomocí bloků, které vytvoří blokové schéma a i pomocí příkazů.

Následující, níže uvedená Schéma č. 3 v přehledné formě zobrazuje jak zdroje, tak i entity. U jednotlivých zdrojů jsou i zobrazeny vazby na funkce zdrojů. Základní nastavení dat je v Tabulce č. 2 a č 3.

3.5 Simulační programy a experimenty

Na základě stanovených cílů byly vytvořeny 3 simulační modely. S vytvořenými simulačními modely budou řešeny jednotlivé stanovené cíle. Řešení spočívá v provádění experimentů na vytvořených simulačních modelech.

Experiment E1 - Cíl 1

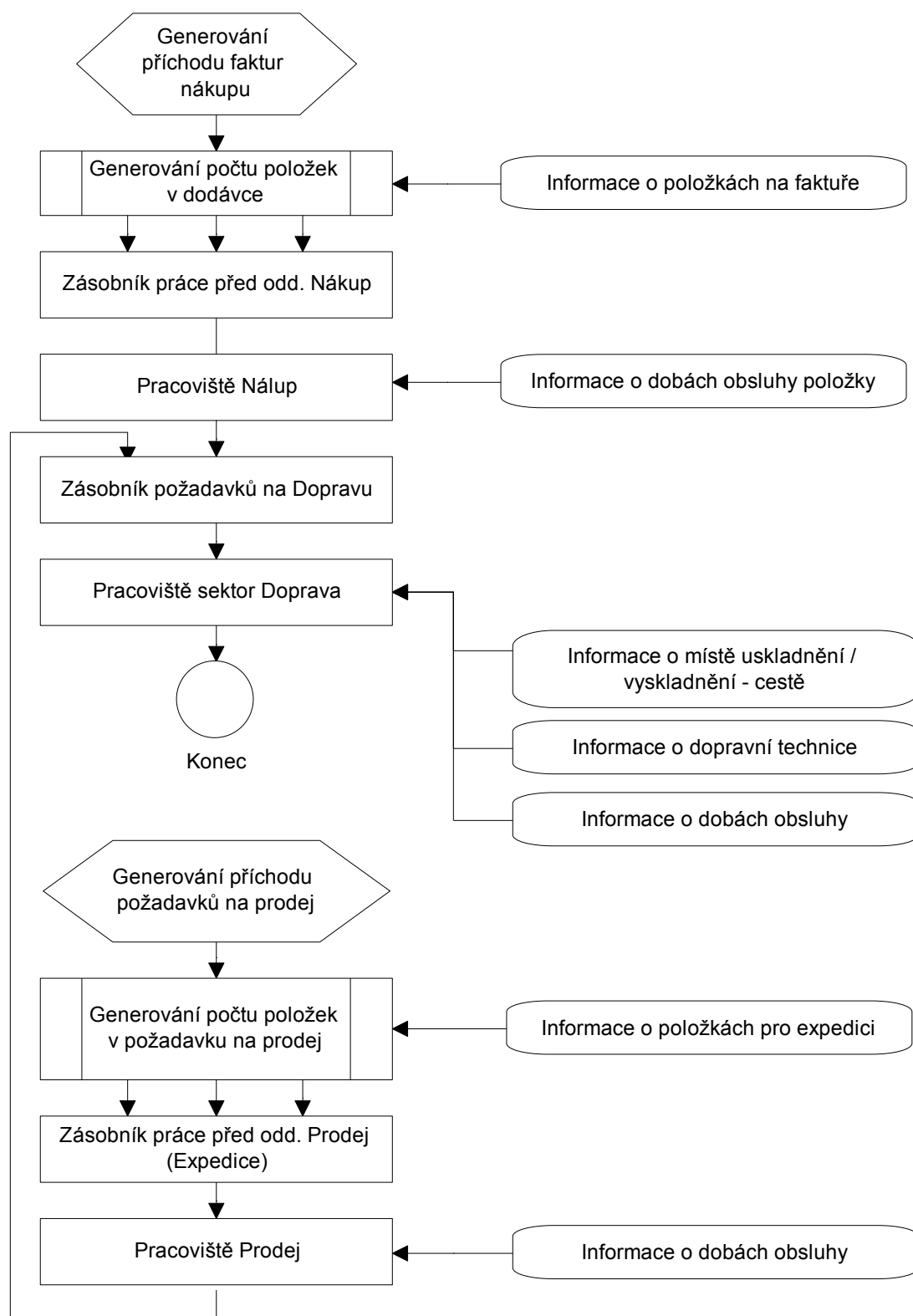
Prvním cílem bylo vytvoření simulačního modelu stávajícího systému nákupu zboží, jeho skladování a prodeje zboží. Simulační model je Příloze A včetně výsledků ze simulace.

Experiment E2 – Cíl 2

Druhým cílem bylo vykonat experiment se změnami parametry umístění položek do sektorů zadaných dle analýzy ABC. Cílem je získat charakteristiky skladového systému po změnách pravidel umístění. Simulační model je Příloze B včetně výsledků ze simulace.

Experiment E3 – Cíl 3

Třetím cílem bylo vykonat experiment se změnami parametry dopravních, skladovacích zařízení (manipulační techniky). Získat tak charakteristiky systému s tím, že již bude zachováno umístění položek do sektorů, jako tomu bylo v předcházejícím simulačním modelu E2. Simulační model je v Příloze C včetně výsledků ze simulace.



Obrázek č. 11 Základní schéma toků entit a zdrojů s vazbami na informace

3.5.1 Popis částí simulačního modelu

Transakce v GPSS je nositelem informací. V simulačních modelech E1, E2 a E3 transakce do svých parametrů pořizuje následující data nebo hodnoty:

P1 Počet položek v dodávce (na faktuře či dodacím listu), je řízeno funkcí Sortiment, kde je distribuční funkce pravděpodobnostního rozdělení počtu položek na dokumentu (viz Tabulka č. 4) nebo počet položek v žádosti na expedici (příkaz k prodeji), je řízeno funkcí Sort_expe, kde je distribuční funkce pravděpodobnostního rozdělení počtu položek na dokumentu (viz Tabulka č. 4).

P2 Přiřazení typu položky A, B nebo C dle analýzy ABC, řízeno funkcí ABS a to v dělení pro A 75%, pro B 10% a pro C 5%.

P3 Přiřazení počtu cyklů jízd manipulační techniky, řízeno funkcí CyklyA, CyklyB nebo CyklyC pro nákup, nebo funkcemi CyklyAe, CyklyBe nebo CyklyCe pro expedici (viz Tabulka č. 6).

P4 Přiřazení čísla regálu či uličky. U E1 jde o náhodné číslo – s rovnoměrným rozdělením pravděpodobnosti, u E2 a E3 jde o číslo regálu či uličky ve vazbě na sektory skladu A, B anebo C (viz Tabulka č. 5).

P5 Délka cesty pro uskutečnění manipulace s položkou. Výpočet je dle vztahu „Délka cesty manipulační techniky“. Do parametru se ukládá vypočítaná vzdálenost.

P6 Čas pro uskutečnění manipulace s položkou. Výpočet je dle vztahu „Výpočet času obsluhy manipulace s položkou“. Do parametru se ukládá vypočítaný čas v minutách.

P7 Parametr je nositelem identifikace, zda je entita (transakce) fakturou (nákup) = 1 nebo požadavkem na expedici (prodej) = 2.

Fronty (zásobníky)

Nakup	Zásobník práce před oddělením Nákup, kde čekají jednotlivé dodané skladové položky na vyřízení.
Doprava	Zásobník práce (požadavků na uskladnění či vyskladnění) před sektorem Sklad, kde čekají jednotlivé skladové položky manipulaci.
Expedice	Zásobník práce před oddělením Prodej, kde čekají jednotlivé požadavky na vyřízení expedice.

Obslužná zařízení

Nakup	Nákupní oddělení. Nákupní oddělení bude určeno počtem pracovníků.
Prodej	Prodejní oddělení. Prodejní oddělení bude určeno počtem pracovníků.

Doprava	Sektor dopravy. Sektor dopravy je dán počtem manipulačních zařízení, což je spojeno se stejným počtem pracovních sil – skladníků.
---------	---

Tabulky

Casprnak	Statistika průběžného času uskladnění
Casprexp	Statistika průběžného času expedice
ABC	Statistika dělení a tvorby položek kategorie A, B a C (dle hodnot P2)
Sortiment	Statistika o generování počtu položek v dodávce (nákupu)
Doprava	Statistika času uskladnění / vyskladnění (dle hodnot P6)
Vzdalen	Statistika o ujetých vzdálenostech MT (dle hodnot P5)
Zas_nakup	Statistika setrvání položek v zásobníku práce u Nákupu
Zas_MT	Statistika setrvání žádostí o manipulace v zásobníku Doprava
Sort_expe	Statistika o tvorbě počtu položek u expedice (prodej)
Zas_expe	Statistika zásobníku práce u Expedice
Rozdilp	Statistika tvorby času příchodu dodávky na nákup
Rozdile	Statistika tvorby času příchodu požadavku na expedici
Cis_reg	Sledování tvorby čísla regálu / uličky

Sledované položky hodnoty

NAKUP_POLOZEK	počet nakoupených položek
EXPE_POLOZEK	počet vyexpedovaných položek
CELK_POLOZEK	celkem položek manipulovaných
UJETO	kolik bylo celkem ujetu manipulačními prostředky v m
CELK_DOPRAV	počet celkových manipulací manipulačními prostředky

3.5.2 Validace a verifikace

• Validace

Validace simulačního modelu je ověření, zda vytvořený model je skutečně modelem zkoumaného objektu, tedy zda je ve shodě s realitou. Při modelování je vždy použita určitá úroveň abstrakce a to nutně ovlivní i výsledky získané z modelu. Zde se ověřuje, zda je představa o fungování reálného systému správná.

• Verifikace

Verifikace spočívá v ověření, zda vytvořený model je v souladu s původním konceptuálním modelem. Jde o ověření, že představa o fungování systému byla správně

formálně zapsána. Validace je tedy zkoumání, zda vytvořená představa odpovídá reálnému systému. V případě simulačního programu je verifikace procesem ověření, že vytvořený simulační program dělá to, k čemu byl vytvořen.

Validace a verifikace modelu bude provedena současně, z důvodu, že modelovaný systém je reálně existujícím systémem. Proto zde bude porovnání zadaných dat (viz kapitulu 3.3.1) s výsledky simulačních experimentů. Pro posouzení bude využito výsledků ze simulačních chodů experimentů E1, E2 a E3, které jsou v Příloze A, B a C.

Generování příchodu požadavku na nákup a expedici

Střední doby	Reálný systém	Simulace - experimenty		
		E1	E2	E3
Střední doba mezi příchodem požadavku na nákup v min	220	214,448	214,448	214,448
Střední doba mezi příchodem požadavku na expedici v min	180	183,097	183,097	183,097

Tabulka č. 7 Střední doba mezi příchodem požadavku na nákup nebo expedici

Generování doby mezi příchody bylo hodnoceno jen dle střední hodnoty, která byla zadána do simulačních modelů. Z Tabulky č. 7 je zřejmé, že hodnoty byly dodrženy s velmi malou odchylkou. Ze shodných hodnot lze usuzovat, že simulační modely pracují se stejnými generátory (tvorbami) příchodu požadavků na uskladnění a s požadavky na expedici, tedy lze výsledky jednotlivých experimentů porovnávat. Shodnost rozdělení pravděpodobnosti (exponenciální) nebude testována, i když ve výstupu ze simulačních modelů (tabulky ROZDILP a ROZDILE) by bylo možno statistický test vykonat.

Vytváření kategorií položek A, B a C z výsledků kumulativní relativní četnosti

Typ položky	Reálný systém	Simulace - experimenty		
		E1	E2	E3
Položky typu A	75%		75,18	75,18
Položky typu B	20%		19,38	19,38
Položky typu C	5%		5,44	5,44

Tabulka č. 8 Vytváření kategorií položek A, B a C

Tvorby položek do kategorií A, B nebo C odpovídá záměrům procentního dělení položek dle obratu – viz Kapitola 2. Shodné hodnoty v E2 a E3 poukazují na to, že modely pracují se stejným způsobem generování transakcí.

Vytváření počtu položek na vstupním požadavku – nákup

Počet položek na faktuře	Výskyt v % předpokládaný	Kumulativně v modelu v %	Simulace	
			E1, E2 a E3	Rozdíl
1	10	10	10,79	-0,79
2	30	40	39,35	0,65
3	16	56	55,15	0,85
4	4	60	59,08	0,92
5	30	90	90,48	-0,48
10	5	95	94,90	0,10
20	3	98	98,04	-0,04
30	2	100	100,00	0,00

Tabulka č. 9 Vytváření počtu položek na faktuře dodavatelské

Tvorby položek na dodavatelské faktuře odpovídá předpokládanému záměru. Odchyłky od zadaného výskytu a realizace v simulačním modelu jsou zanedbatelné.

Vytváření počtu položek na výstupním požadavku – expedice

Počet položek na expedici	Výskyt v % předpokládaný	Kumulativně v modelu v %	Simulace	
			E1, E2 a E3	Rozdíl
1	10	10	11,25	-1,25
2	30	40	39,55	0,45
3	10	50	47,47	2,53
4	10	60	57,93	2,07
5	30	90	90,60	-0,60
8	5	95	95,72	-0,72
10	3	98	98,24	-0,24
15	2	100	100,00	0,00

Tabulka č. 10 Vytváření počtu položek na žádosti na expedici

Tvorby položek na výstupním požadavku (expedice) odpovídá předpokládanému záměru. Odchytky od zadaného výskytu jsou zanedbatelné.

Přiřazení regálu či regálové uličky

Experiment E1

V tomto experimentu bylo simulování přiřazení uličky či regálu náhodné a to s rovnoměrným rozdělenými pravděpodobnosti. Počet uskladnění či vyskladnění položky by mělo být přibližně stejné. Statistiku vytváří tabulka Cis_reg. Z výsledků simulačního běhu vybývá, že jednotlivě regály či uličky k regálům jsou osazovány rovnoměrně. Svědčí o tom statistika Cis_rek dle čísla regálu nebo ulička a i střední hodnota čísla regálu 28,246 a to z 56 jednotek.

Experiment E2 a E3

V těchto experimentech bylo přiřazení regálů či regálových uliček dle dělení, vyplývající z analýzy ABC a to v poměru 75 : 20 : 5.

		Simulace - experimenty		
		E2 a E3		
Sektory	Dělení kategorií v%	Počet manipulací	Počet manipulací v %	Rozdíl
A	75	8622	75,0784	-0,078
B	20	2227	19,3922	0,608
C	5	635	5,5294	-0,529
	Celkem	11484		

Tabulka č. 11 Uskladňování či vyskladňování – sektory skladu

Rozdíl mezi dělením kategorií 75 : 20 : 5 zde není dodrženo z důvodu, že se nejedná jen o jednu manipulaci s položkou, ale může být skutečně i několik cyklů dopravy s jedinou položkou skladu. Rozdíl odpovídá vícenásobnosti dopravy. Ovšem rozdíly i tak jsou velmi malé.

Lze i vyhodnotit tvorbu celkového počtu nákupů či expedice vzhledem na obrat skladových položek. V reálném systému bylo manipulováno s 5480 položkami. V modelu bylo nakupováno 5645 položek a expedováno 5825 položek. Lze konstatovat, že simulační model odpovídá reálnému systému.

Absolutní shodu dat reálného systému a vytvořeného modelu nelze nikdy očekávat. Určitou minimální odchylky jsou proto velmi pravděpodobné. Tyto simulační modely je možno považovat v základních rysech za validní a za správně formálně zapsané.

3.6 Výsledky simulace

S vytvořenými simulačními modely budou řešeny jednotlivé stanovené cíle. Pro analýzu výsledků byly zjišťovány statistické údaje o chování zdrojů a i chování entit v čase. Porovnání hlavních hodnot zdrojů bude v následujících tabulkách.

Výsledky experimentů – fronty (zásobníky práce)

Zásobník práce před pracovištěm Nákup	Simulace experimenty E1, E2 a E3
Maximální obsah požadavků v zásobníku práce	73
Počet vstupů do zásobníku	5645
Počet vstupů, pokud je zásobník prázdný	852
Průměrný počet položek čekajících na obsluhu	5,656
Průměrná doba čekání na obsluhu v min	219,033
Průměrná doba čekání bez nulových vstupů v min	257,969

Tabulka č. 12 Statistická data zásobníku práce před Nákupem

Zásobník práce před pracovištěm Doprava	Simulace - experimenty		
	E1	E2	E3
Maximální obsah požadavků v zásobníku práce	138	92	12
Počet vstupů do zásobníku	15229	15301	15416
Počet vstupů, pokud je zásobník prázdný	532	1131	9767
Průměrný počet položek čekajících na obsluhu	47,936	26,767	0,369
Průměrná doba čekání na obsluhu v min	688,059	382,391	5,230
Průměrná doba čekání bez nulových vstupů	712,965	412,912	14,274

Tabulka č. 13 Statistická data zásobníku práce před Dopravou

Zásobník práce před pracovištěm Expedice	Simulace experimenty E1, E2 a E3
Maximální obsah požadavků v zásobníku práce	52
Počet vstupů do zásobníku	5825
Počet vstupů, pokud je zásobník prázdný	814
Průměrný počet položek čekajících na obsluhu v min	5,195
Průměrná doba čekání na obsluhu v min	194,940
Průměrná doba čekání bez nulových vstupů v min	226,607

Tabulka č. 14 Statistická data zásobníku práce před Expedicí

Výsledky experimentů – zdroje (obslužné jednotky)

Nákup	Simulace experimenty E1, E2 a E3
Počet požadavků na obsluhu	5645
Využití pracoviště	1,138
Využití jednotky pracoviště	0,569

Tabulka č. 15 Pracoviště Nákup

Zásobník práce před pracovištěm Doprava	Simulace - experimenty		
	E1	E2	E3
Počet požadavků na obsluhu	15148	15275	15416
Využití pracoviště	1,930	1,857	0,929
Využití jednotky pracoviště	0,965	0,928	0,464

Tabulka č. 16 Pracoviště Doprava

Expedice	Simulace experimenty E1, E2 a E3
Počet požadavků na obsluhu	5825
Využití pracoviště	1,327
Využití jednotky pracoviště	0,663

Tabulka č. 17 Pracoviště Expedice

Výsledky experimentů – komplexní údaje

	Simulace - experimenty					
	E1		E2		E3	
	Střední hodnota	Směr. odchylka	Střední hodnota	Směr. odchylka	Střední hodnota	Směr. odchylka
Statistika času manipulace ve skladu v min	27,845	2,801	26,569	2,486	13,170	1,248
Statistika délky manipulace v m	45,011	29,821	24,516	21,658	24,472	21,600
	E1		E2		E3	
Nakoupeno položek - počet	5645		5645		5645	
Expedováno položek - počet	5825		5825		5825	
Počet manipulací (jízdy) ve skladu	15146		15273		15416	
Ujeto manipulačními prostředky v m	685 470		375 117		377 256	

Tabulka č. 18 Komplexní data o experimentech

3.7 Analýza výsledků simulace

Cíl 1: Vytvořit a validovat simulační model stávajícího systému a provedením experimentu získat jeho charakteristiky (Experiment č. 1 – značený E1). Chování stávajícího systému od nákupu, přes skladování až k expedici je zobrazeno v datech výše uvedených tabulek. Dle výsledků validace a verifikace (viz 3.5.2) vyplývá velmi vysoká podobnost modelu s realitou.

Cíl 2: Byly změněny podmínky a parametry umístování položek do regálového systému skladu a byl proveden experiment E2 (Experiment č. 2 – značený E2). Pracoviště Nákup a Expedice se chová při změně stejně, doprava nemá na tyto pracoviště vliv. Z Tabulek č. 13, 15 a 18 plyne že:

- maximální obsah požadavků v zásobníku práce před pracovištěm Doprava se snížil oproti současnému stavu ze 138 na 92 položek
- počet vstupů do zásobníku je stejný
- počet vstupů, pokud je zásobník prázdný se zvýšil z 532 na 1131, což má příčinu z rychlejší dopravní obsluhy položek, zapříčiněné dělením skladu do sektorů A, B a C
- průměrný počet položek čekajících na obsluhu se snížil skoro na polovinu ze 47,936 na 26.767
- průměrná doba čekání na obsluhu se snížila taktéž skoro na polovinu.
- průměrná doba čekání bez nulových vstupů taktéž skoro na polovinu
- průměrný čas manipulace ve skladu se snížil z 27.845 min na 26.569 min
- střední délka cesty MT se snížila ze 45,011 na 24,516 m
- počet ujetých celkem vzdáleností manipulačními prostředky se snížil z 685 na 377 km
- využití pracoviště Doprava se snížilo z 1,930 na 1,857.

Hypotéza: Změnou umístění položek do sektorů, určených dle analýzy ABC se docílilo:

- a) Počet ujetých km se snížil o 45,26 %.
- b) Zkrácení střední doby trvání manipulace s položkou bylo jen o 4,59 %. Nižší snížení než se předpokládalo, mělo za příčinu, jak byla definována skladba komplexního času dopravy (viz Délka cesty manipulační techniky). Nejmenší část z výpočtu spočívá v samotné dopravní cestě. Větší vliv na čas dopravy celkem má čas nakládky a vykládky.

- c) Snížení využití zdroje – dopravy - bylo jen o 3,78 %. Je to důsledkem skladby způsobu výpočtu času dopravy.

Cíl 3: Byl upraven simulační model zavedením vyšší mechanizace v dopravě a to vysokozdviznými vozíky a byly získány charakteristiky systému s tím, že již bude zachováno rozdělení položek do sektorů, jako tomu bylo v předcházejícím simulačním modelu (Experiment č. 3 – značený E3).

Pracoviště Nákup a Expedice se chová při změně stejně, doprava nemá na tyto pracoviště vliv. Z Tabulek č. 13, 15 a 18 plyne že:

- maximální obsah požadavků v zásobníku práce před pracovištěm Doprava se snížil oproti současnému stavu ze 138 na 12 položek
- počet vstupů do zásobníku je stejný
- počet vstupů, pokud je zásobník prázdný se zvýšil z 532 na 9767, což má příčinu z rychlejší dopravní obsluhy položek, zapříčiněné dělení skladu do sektorů A, B a C a i rychlejší manipulační technikou
- průměrný počet položek čekajících na obsluhu se snížil skoro na polovinu ze 47,936 na 0,369
- průměrná doba čekání na obsluhu se snížila skoro na nulu, na 5,2 min
- průměrná doba čekání bez nulových vstupů taktéž skoro na minimum, 14 min
- průměrný čas manipulace ve skladu se snížil z 27.845 min na 13,17 min
- střední délka cesty MT se snížila ze 45,011 na 24,47 m
- počet ujetých celkem vzdáleností manipulačními prostředky se snížil z 685 na 377 km.
- využití pracoviště Doprava se snížilo z 1,930 na 0,929.

Hypotéza: Změnou umístění položek do sektorů, určených dle analýzy ABC a změnou technických prostředků na dopravu se docílilo:

- a) Snížení počtu ujetých km se snížilo o 44,96 %.
- b) Zkrácení střední doby trvání manipulace s položkou bylo o 52,7 %. Zkrácení času dopravy má za následek i skoro nulovou dobu čekání v zásobníku práce na dopravu.
- c) Snížení využití zdroje – dopravy - bylo o 51,86 %. Je to důsledkem skladby sektorů regálů a rychlejší dopravní techniky. Důsledkem je i závažná skutečnost, je možno snížit počet pracovníků o jednoho na každé směně.

3.8 Dokumentace a implementace

Jako dokumentaci celého procesu tvorby modelu lze považovat všechny popisy uvedené v této práci, popisy jednotlivým zdrojů, entit a aktivit. Další částí dokumentace jsou, viz Přílohy A, B a C, které obsahují jak jednotlivé simulační modely pro experimenty E1, E2 a E3 – vytvořené v simulačním jazyku GPSS a i výsledky z jednotlivých provedení simulačního běhu.

Jsou zde výsledky týkající se možné racionalizace konkrétního modelovaného systému společnosti, která zabezpečuje nákup se skladováním zboží za účelem prodeje. Výsledky mohou být později využity pro zefektivnění systému a to hlavně skladování a dopravy vevnitř skladu.

3.9 Závěry za simulace

V návaznosti na Analýzu výsledků simulace lze konstatovat, že jak inovace v systému regálů tak i inovace v užití modernější manipulační techniky povede ke zlepšení sledovaných ukazatelů oproti původnímu stavu. Také ve srovnání se stávajícím systémem je systém s rozdělením regálů dle analýzy A, B a C (E2) výhodnější. I když dosahuje vzhledem na využití manipulační techniky malých zlepšení, ale v ujetých vzdálenostech (zlepšení o 45%) jsou výsledky jednoznačně lepší.

Simulace však odhalila velké možnosti zlepšení sledovaných ukazatelů v případě zavedení výkonnější manipulační techniky. Proto se jako nejlepší varianta (s ohledem na sledované ukazatele) jeví varianta E3. Zde v kombinaci systémem s využitím rozdělení regálů dle analýzy A, B, C a se zavedením nové manipulační techniky, je varianta E3 nejlepší. Tato kombinace je charakteristická tím, že snižuje využitelnost pracoviště Doprava na 0,929, tedy je možno snížit počet obsluhy manipulační techniky (pracovníků v manipulaci) na 1 pracovníka ze dvou a to na každé směně.

Z mého pohledu hodnotím zavedení systému jako nejlepší možnou variantu z posuzovaných variant. Důvody jsou následující:

- a) Významné ukazatele dosahují významného zlepšení oproti stávajícím systému.
- b) Úspora v nákladech na pracovní sílu.
- c) Je zde ještě možná úspora ve zkrácení dopravy z titulu lepší orientace ve skladu a v regálech.
- d) Možnost při stejném počtu pracovních sil rozšíření sklad a i obchodovatelných položek.

Bakalářská práce přibližuje simulaci systémů jako jeden ze základních rozhodovacích nástrojů, který by měl být součástí běžné praxe managementu tak prakticky ukázat použití této metody na konkrétním příkladu systému, nákup, skladování a prodeje zboží. Lze připomenout, že nejen při racionalizaci na stávajících systémech, ale i při projekční činnosti, by se mělo tohoto nástroje používat.

4 Rozhodovací problému výběru VZV

4.1 Úvod k rozhodovacímu problému

Dalším problémem je vybrat vhodnou, racionálnější manipulační techniku. Vzhledem na finanční situaci společnosti bylo rozhodnuto, že je vhodné pro první záměr, inovaci, vybrat některý z použitých čelních vysokozdvížných vozíků. Použité manipulační vozíky můžeme hodnotit či vyhodnocovat podle ceny, počtu ujetých motohodin, vybavení, stáří, výšky zdvihu atd. Je mnoho a mnoho i jiných parametrů, souvisejícím s užitím daného zařízení - techniky.

Je potřebné započat s vyhledáváním použitých vysokozdvížných vozíků, což je prvním krokem na cestě k dosažení cíle, jímž zpravidla bývá úspora finančních nákladů při optimálním výběru. Pro základní výběr je možno vyvírat z bazarů manipulační techniky [19], [22] u prodejců, kteří se prodejem ojetých technických prostředků pro manipulaci s materiálem zabývají a i u prodejců techniky nové. Je otázkou, jaký vysokozdvížný vozík vzhledem na konkrétní potřeby vybrat a jak to vybrat optimálně.

4.2 Analýza a definování rozhodovacího problému

Jednou z disciplín operačního výzkumu je i vícekriteriální rozhodování [1]. Vícekriteriální rozhodování se vyčlenilo ze širšího operačního výzkumu (Operations Research – OR) v průběhu 80. let, kdy se stalo samostatným a specifickým vědním oborem [8]. V současnosti již VKR vytváří základní teoretickou výbavu každého ekonoma. VKR mimo jiné sjednotilo oblasti rozhodování a hodnocení do jednotné teorie s vlastními pojmy a metodami řešení. I když je VKR založeno na matematickém modelování, jeho zvládnutí překvapivě nevyžaduje žádné zvláštní požadavky z tzv. „vyšší“ matematiky. Přínos VKR spočívá nejen v nalezení nejlepšího řešení konkrétního rozhodovacího problému, ale zejména v objasnění podstaty rozhodovacího problému. Tento přístup k řešení je velmi mohutným nástrojem pro podporu manažerského rozhodování. Nabízí vhodný způsob integrace složitosti, výběru cílů a kritérií a stanovení jejich priorit k určení celkového hodnocení každého alternativního řešení - konkrétního rozhodnutí. Jde zde o analytický hierarchický postup, který je založen na matematických základech a ten zde bude aplikován [8].

První krok rozhodovacího procesu zahrnuje v následujícím modelu 3 složky:

- identifikaci problému
- identifikaci alternativ

- identifikace kritérií.

4.3 Identifikace problému

Pro definování problému je důležité stanovit nějaké pevné předpoklady, nejčastěji z jakého pohledu se má problém analyzovat. Předpokládá se v tomto řešení stav světa jako deterministický (neměnný) – určitý v okamžiku výběru (jde o rozhodování za jistoty).

Cílem rozhodování se bude rozumět určitý budoucí stav systému, vyplývajícího z nutnosti uspokojit určité potřeby uživatele a tak plnit jisté funkce, které jsou požadovány uživatelem – funkce „manipulace s materiálem“. Cíle se bude dosahovat realizací některé z variant rozhodování. Výběr je nutno zúžit, tedy si položit další kritéria pro selekci z nabízených variant. Cílem našeho rozhodování bude optimální výběr manipulační techniky, která splňuje následující podmínky:

- vysokozdvizný zánovní, již použitý
- typ vozíku – vysokozdvizný, čelní čtyřkolový
- nosnost do 3500 kg
- výška zdvihu do 4000 mm
- pohon DIESEL
- počet motohodin – maximálně 10 000 mth.

4.4 Identifikace alternativ

Z povahy výše definovaného cíle je zřejmé, které alternativy se mají uvažovat, a podmínky pro selekci ze světa nabídek VZV. Následující model pro výběr VZV bude reprezentovat 7 variant. Další podmínkou je, že výběr bude realizován od společností z ČR. Byly vybrány následující vysokozdvizné vozíky dle výše uvedených omezení.

VZV - BALKANAR DV



7186 - BALKANCAR DV 1792.33.20 - DIESEL, 1989

NOSNOST	3 500 kg	VÝŠKA ZDVIHU	3 300 mm
CELKOVÁ VÝŠKA	2 300 mm	ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ	DUPLEX
POHON	DIESEL	MOTOR	PERKINS
ROK VÝROBY	1989	POČET MOTOHODIN	1 208 mth
TECHNICKÝ STAV	plně funkční, dobrý, odservisovaný		
PŘÍSLUŠENSTVÍ	pracovní osvětlení, Vidle: 950mm, 3 sekční rozvaděč, pneu vzdušnicové		
LEASING	Od 1 864,- Kč měsíčně		CENA BEZ 20% DPH
			79 000,-

VZV - DESTA DV



7670 - DESTA DV 35 A - DIESEL, 1995, BP

NOSNOST	3 500 kg	VÝŠKA ZDVIHU	3 300 mm
CELKOVÁ VÝŠKA	2 430 mm	ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ	DUPLEX
POHON	DIESEL	MOTOR	ZETOR
ROK VÝROBY	1995	POČET MOTOHODIN	6 811 mth ?
TECHNICKÝ STAV	plně funkční		
PŘÍSLUŠENSTVÍ	boční posuv, pracovní osvětlení, Vidle: 1200mm, 4 sekční rozvaděč, pneu vzdušnicové		
LEASING	Od 3 866 ,- Kč měsíčně	CENA BEZ 20% DPH	179 000 ,-

VZV - NISSAN



7731 - NISSAN FGD02A 32Q - DIESEL, 2005, BP, pouze 5597 mth!

NOSNOST	3 200 kg	VÝŠKA ZDVIHU	3 700 mm
CELKOVÁ VÝŠKA	2 420 mm	ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ	DUPLEX
POHON	DIESEL	MOTOR	NISSAN
ROK VÝROBY	2005	POČET MOTOHODIN	5 597 mth
TECHNICKÝ STAV	udržovaný, velmi dobrý		
PŘÍSLUŠENSTVÍ	boční posuv, pracovní osvětlení, Vidle: 1000mm, 4 sekční rozvaděč, pneu SE		
LEASING	Od 4 946 ,- Kč měsíčně	CENA BEZ 20% DPH	229 000 ,-

VZV - LINDE



6927 - LINDE H 30 D-03 - DIESEL, 2000, polokabina, BP

NOSNOST	3 000 kg	VÝŠKA ZDVIHU	4 000 mm
CELKOVÁ VÝŠKA	2 670 mm	ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ	DUPLEX
POHON	DIESEL	MOTOR	PERKINS
ROK VÝROBY	2000	POČET MOTOHODIN	9 356 mth
TECHNICKÝ STAV	dobrý, udržovaný		
PŘÍSLUŠENSTVÍ	polokabina, boční posuv, pracovní osvětlení, Vidle: 1100mm, 3 sekční rozvaděč, pneu SE		
LEASING	Od 5 162 ,- Kč měsíčně	CENA BEZ 20% DPH	239 000 ,-

VZV - TOYOTA



7577 - TOYOTA 7FDF 30 - DIESEL, 2002, BP

NOSNOST	3 000 kg	VÝŠKA ZDVIHU	4 000 mm
CELKOVÁ VÝŠKA	2 620 mm	ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ	DUPLEX
POHON	DIESEL	MOTOR	TOYOTA
ROK VÝROBY	2002	POČET MOTOHODIN	5 734 mth
TECHNICKÝ STAV	dobrý		
PŘÍSLUŠENSTVÍ	boční posuv, ochranná mříž nákladu, Vidle: 1200mm, 4 sekční rozvaděč, pneu SE		
LEASING	Od 6 242 ,- Kč měsíčně	CENA BEZ 20% DPH	289 000 ,-

VZV - HYSTER



6884 - HYSTER H 30 FT - DIESEL, 2007, kabina, BP, pouze 6150 mth!, ZADÁNO

NOSNOST	3 000 kg	VÝŠKA ZDVIHU	4 100 mm
CELKOVÁ VÝŠKA	2 740 mm	ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ	DUPLEX
POHON	DIESEL	MOTOR	YANMAR
ROK VÝROBY	2007	POČET MOTOHODIN	6 150 mth
TECHNICKÝ STAV	velmi dobrý		
PŘÍSLUŠENSTVÍ	kabina, topení, boční posuv, pracovní osvětlení, ochranná mříž nákladu, Vidle: 1200mm, 3 sekční rozvaděč, pneu SE, nové, nešpinící		
LEASING	Od 6 890 ,- Kč měsíčně	CENA BEZ 20% DPH	319 000 ,-

VZV - BT



7633 - BT CBD 35 - DIESEL, 2004, kabina, BP, ZÁNOVNÍ - 1747 mth!

NOSNOST	3 500 kg	VÝŠKA ZDVIHU	3 700 mm
CELKOVÁ VÝŠKA	2 500 mm	ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ	DUPLEX
POHON	DIESEL	MOTOR	KUBOTA
ROK VÝROBY	2004	POČET MOTOHODIN	1 747 mth
TECHNICKÝ STAV	zábovní		
PŘÍSLUŠENSTVÍ	kabina, topení, boční posuv, pracovní osvětlení, Vidle: 1800mm, 3 sekční rozvaděč, pneu SE		
LEASING	Od 6 890 ,- Kč měsíčně	CENA BEZ 20% DPH	319 000 ,-

Byly vybrány varianty VZV výše uvedené a to od seriózních prodávajících [19], [22]. Bylo i přihlédnuto k pokynům a radám – jak vybírat manipulační techniku [19]. Tabulky uvedené u variant VZV obsahují základní údaje, další byly získány od prodejců použité manipulační techniky.

4.5 Identifikace kritérií

Kritéria, vybraná pro výběr nejlepší varianty VZV:

- Cena
- Rok výroby
- Počet motohodin
- Nosnost
- Výška zdvihu
- Technický stav
- Reference o výrobci – spotřebitelské (uživatelské) informace.

Z omezené množiny a zúžené z předcházejících podmínek byla vybrána dle kritérií data o jednotlivých VZV – viz následující Tabulku č. 19. U variant jsou uvedena ta kritéria, která budou uvažována v tomto modelu optimalizace výběru.

Kritérium	Varianty VZV						
	BALKAN CAR DV 1792.33.20	DESTA DV 35 A	NISSAN FGD02A 32Q	LINDE H 30 D- 03	TOYOTA 7FDF 30	HYSTER H 30 FT	BT CBD 35
Cena v Kč	79 000	179 000	229 000	239 000	289 000	319 000	319 000
Rok výroby	1989	1995	2005	2000	2002	2007	2004
Počet motohodin	1 208	6 811	5 597	9 356	5 734	6 150	1 747
Nosnost v kg	3 500	3 500	3 200	3 000	3 000	3000	3 500
Výška zdvihu v cm	3 300	3 300	3 700	4 000	4 000	4 100	3 700
Technický stav	dobrý	dostatečný	velmi dobrý	dobrý	dobrý	velmi dobrý	uspokojivý
Reference o výrobcí	50	50	80	100	90	80	40

Tabulka č. 19 Základní údaje hodnocení variant

Rozhodovací kritéria mohou mít různou povahu od fyzikálních, technických nebo technologických měřitelných vlastností, přes ekonomická kritéria vyjadřovaná peněžními jednotkami až k neměřitelným subjektivním kritériím typu vzhled, kvalita, prestiž značky, hodnocení od uživatelů, recenze na webu a apod.

Bylo stanoveno 7 kritérií hodnocení VZV. Jsou to kritéria, která jsou hodnotově různá a mají velký vliv jak na pořízení VZV, tak na provoz (užití) i na další délku životnosti VZV.

Komentář ke kritériím:

- **Cena**

Jedná se o prodejní cenu bez DPH (20%). Neuvažují se změny v dalších dnech a ani další akční slevy. Cena je platná ke dni, kdy byla na webu nabídnuta. Kritérium je minimalizační.

- **Rok výroby (stáří)**

Jedná se o rok výroby daného VZV. Ale toto kritérium bude počítáno jako stáří VZV k roku – 2012. V hodnocení variant bude uvedena hodnota, rozdíl 2012 – rok výroby. Kritérium je minimalizační.

- **Počet motohodin**

Důležitý údaj pro další životnost VZV. Prodejce uvádí počet motohodin, po které byl VZV využíván. Je to jedno z velmi důležitých kritérií, které má vazbu

na opravy, servis apod. tedy o náklady na provoz VZV. Jedná se o minimalizační kritérium.

- **Nosnost**

Nosnost se uvádí v kg. Zavádí se toto kritérium z důvodu, že je nutno uvažovat i s nosností, která se předpokládá v dalších letech s těžšími skladovými přepravami s hmotností přepravy až do 3500 kg. Kritérium je maximalizační.

- **Výška zdvihu**

Výška zdvihu se uvádí v mm. Zavádí se toto kritérium z důvodu, že se v dalších letech mohou objevit i regály, které mají větší výšku než je dnešní. Je to maximalizační kritérium.

- **Technický stav**

Kritérium bude vyjádřeno v ordinální stupnici: Velmi dobře, Dobře, Uspokojivě, Dostatečně a Nedostatečně. Ohodnocení varianty dle tohoto kritéria pomocí metody pořadí. Budou vypočítány váhy jednotlivých stupňů ordinální stupnice a tyto váhy budou přiřazeny jednotlivým variantám. Jde o maximalizační kritérium.

- **Reference o výrobci**

Kritérium je vyjádřeno bodově ve stupnici 0 až 100. Hodnota 100 je maximální. Ohodnocení variant dle tohoto kritéria bude metodou bodovací. Je to velmi silně subjektivní kritérium a bodové ohodnocení bylo odhadnuto z dat na webu – hodnocení od uživatelů (recenze). Budou vypočítány váhy jednotlivých variant a jde o maximalizační kritérium.

Kritéria	MJ	kritérium	Poznámka
<i>Cena</i>	Kč	maximalizační	
<i>Rok výroby (stáří)</i>	rok	minimalizační	
<i>Počet motohodin</i>	mth	minimalizační	
<i>Nosnost</i>	kg	maximalizační	
<i>Výška zdvihu</i>	mm	maximalizační	
<i>Technický stav</i>	váhy	maximalizační	Metoda pořadí
<i>Reference o výrobci</i>	váhy	maximalizační	Bodovací metoda

Tabulka č. 20 Údaje o jednotlivých kritériích

4.6 Skalarizace ordinálního kritéria a stanovení vah

4.6.1 Ohodnocení kritéria TECHNICKÝ STAV

Kritérium je vyjádřeno ordinálně ve stupnici: Velmi dobře, Dobře, Uspokojivě, Dostatečně a Nedostatečně. Váhy jsou stanoveny metodou pořadí. Jednotlivým stupňům škály byly přiřazeny váhy a tyto byly přiřazeny jednotlivým variantám dle prvotního ohodnocení – viz Tabulka č. 19.

	Důležitost	Váhy
velmi dobře	5	0,33
dobře	4	0,27
uspokojivě	3	0,20
dostatečně	2	0,13
nedostatečně	1	0,07
Celkem	15	

Tabulka č. 21 Ohodnocení kritéria TECHNICKÝ STAV metodou pořadí

4.6.2 Ohodnocení variant dle kritéria REFERENCE O VÝROBCI

Kritérium je vyjádřeno bodově ve stupnici 0 až 100. Hodnota 100 je maximální. Ohodnocení variant dle tohoto kritéria bude metody bodovací. Jak bylo výše uvedeno, je to velmi silně subjektivní kritériu a bodové ohodnocení bylo odhadnuto z dat na webu – hodnocení od uživatelů (recenze). Váhy variant budou dle tohoto kritéria stanoveny metodou bodového ohodnocení. Ve sloupci Hodnocení je subjektivní odhad ohodnocení variant VZV a ve sloupci Váhy je vypočtená váha jednotlivých variant VZV.

Varianty	Hodnocení	Váhy
BALKANCAR DV 1792.33.20	50	0,1020
DESTA DV 35 A	50	0,1020
NISSAN FGD02A 32Q	80	0,1633
LINDE H 30 D-03	100	0,2041
TOYOTA 7FDF 30	90	0,1837
HYSTER H 30 FT	80	0,1633
BT CBD 35 - DIESEL	40	0,0816
Celkem	490	

Tabulka č. 22 Ohodnocení škály ordinálních informací metodou pořadí

4.6.3 Konečné ohodnocení variant

Na základě údajů o jednotlivých VZV a stanovení vah kritéria TECHNICKÝ STAV a hodnocení kritéria REFERENCE O VÝROBCI byly naplněny všechny údaje dle všech kritérií pro všechny varianty. V následující tabulce je uvedeno ohodnocení 7 typů VZV od 7 dodavatelů dle 7 vybraných kritérií.

Kritérium	Varianty VZV						
	BALKAN CAR DV 1792.33.20	DESTA DV 35 A	NISSAN FGD02A 32Q	LINDE H 30 D- 03	TOYOT A 7FDF 30	HYSTER H 30 FT	BT CBD 35
<i>Cena v Kč</i>	79 000	179 000	229 000	239 000	289 000	319 000	319 000
<i>Rok výroby (stáří)</i>	23	17	7	12	10	5	8
<i>Počet motohodin</i>	1 208	6 811	5 597	9 356	5 734	6 150	1 747
<i>Nosnost v kg</i>	3 500	3 500	3 200	3 000	3 000	3 000	3 500
<i>Výška zdvihu v cm</i>	3 300	3 300	3 700	4 000	4 000	4 100	3 700
<i>Technický stav</i>	0,27	0,13	0,33	0,27	0,27	0,33	0,20
<i>Reference o výrobci</i>	0,10204	0,10204	0,16327	0,20408	0,18367	0,16327	0,08163

Tabulka č. 23 Konečná tabulka údajů o jednotlivých variantách dle všech kritérií

4.7 Určení párových preferencí kritérií

Z mého subjektivního pohledu byla uspořádána kritéria do následující řady, od nejdůležitějšího kritéria po nejméně důležité. Pokládám cenu za nejdůležitější, dávám toto kritérium na první místo. Další v pořadí zařazují kritérium počet motohodin, které souvisí s minulým provozem VZV a i s provozem dalším. Na dalším místě dle důležitosti dávám technický stav VZV. V pořadí na pátém místě zařazují reference uživatelů manipulační techniky vzhledem na výrobce (značku) VZV. Za málo a nejméně důležitá kritéria o nosnosti a výšce zdvihu zařazují na poslední místa v pořadí důležitosti kritérií. Toto uspořádání je vlastně prvotní, bez toho, aby byla dána párová hodnota vzájemného posouzení (síly preference). Je to první pohled na to, co posuzují vzhledem na nákup a užití VZV za důležité a důležité méně.

Základní pořadí bylo zvoleno následovně:

- Cena
- Rok výroby (stáří)
- Počet motohodin
- Technický stav

- Reference o výrobci
- Nosnost
- Výška zdvihu.

Stanovení párové porovnání (srovnání) kritérií dle Saatyho metody, dle jeho škály a to následovně:

Kritéria	Kritéria					
	Rok výroby (stáří)	Počet motohodin	Technický stav	Reference o výrobci	Nosnost	Výška zdvihu
<i>Cena</i>	2	2	2	5	8	9
<i>Rok výroby (stáří)</i>		1	2	3	6	7
<i>Počet motohodin</i>			1	2	5	6
<i>Technický stav</i>				2	5	6
<i>Reference o výrobci</i>					4	5
<i>Nosnost</i>						1

Tabulka č. 24 Párové porovnání kritérií a preference kritérií

Základní stupnice pro vyjádření intenzity úsudků o preferenci kritérií je dána Saatyho devítibodovou stupnicí [8]. Číselné hodnoty hodnotících stupňů vypovídají, kolikrát "větší" z prvků převládá nad "menším" ve vztahu k vlastnosti společného kritéria. Při slovním hodnocení je podle povahy věci namíste nahradit výraz „důležitý“, resp. „důležitější“ apod., jinými vhodnými výrazy, resp. jejich tvary, např.: „významný“, „velký“, „výrazný“, „pravděpodobný“ apod.

Hodnotící stupeň	Porovnání prvků x a y	Vysvětlení
1	x je stejně důležitý, jako y	Oba prvky přispívají stejnou měrou k výsledku
2	x je slabě důležitější než y	První prvek je slabě důležitější než druhý
3	x je mírně důležitější než y	Zkušenosti a úsudek mírně preferují první prvek před druhým
4	x je více důležitý než y	O něco silnější preference než předchozí
5	x je silně důležitější než y	Silná preference prvního prvku před druhým
6	x je mnohem silněji důležitý než y	O něco silnější preference než předchozí
7	x je velmi silně důležitější než y	Velmi silná preference prvního prvku před druhým
8	x je o mnoho velmi silně důležitější, než y	O něco silnější preference než předchozí
9	x je extrémně důležitější než y	Skutečnosti upřednostňující první prvek před druhým mají nejvyšší stupeň průkaznosti

Tabulka č. 25 Základní stupnice párového porovnání dle Saatyho

4.8 Řešení rozhodovacího problému v modulu DAME

V následujících tabulkách jsou zobrazeny jednotlivé výpočty v excelovském modulu DAME [17], [18]. Za cíl rozhodování je zde považováno: „Výběr vysokozdvížného vozíku“.

V 1. hierarchii jsou stanoveny kritéria hodnocení. Jde zde o jednoduchou hierarchii – jen jeden stupeň. Není zde žádné uskupování kritérií do skupin.

V 2. hierarchii jsou obsaženy jednotlivé varianty – typy vysokozdvížných vozíků.

Varianta - vysokozdvížný vozík
BALKANCAR DV 1792.33.20
DESTA DV 35 A
NISSAN FGD02A 32Q
LINDE H 30 D-03
TOYOTA 7FDF 30
HYSTER H 30 FT
BT CBD 35

Tabulka č. 26 Seznam variant VZV

Výstupy z DAME

Nazvy scenariu:						
Optimální výběr vysokozdvížného vozíku						
Nazvy kritérií:						
Cena	Rok výroby (stáří)	Počet motohodin	Technický stav	Reference o výrobci	Nosnost	Výška zdvihu
Nazvy variant:						
BALKANCAR DV 1792.33.20	DESTA DV 35 A	NISSAN FGD02A 32Q	LINDE H 30 D-03	TOYOTA 7FDF 30	HYSTER H 30 FT	BT CBD 35

Tabulka č. 27 Hierarchická struktura úlohy v DAME

Dle Saatyho metody párového porovnání byly stanoveny preference jednotlivých kritérií – viz Tabulka č. 24. Důležitost kritérií mezi sebou byla hodnocena dle mojí úvahy a to pomocí škály Saatyho – viz Tabulka č. 25.

Optimální výběr vysokozdvizného vozíku

Porovnání kritérií:								
Kritéria	Cena	Rok výroby (stáří)	Počet motohodin	Technický stav	Reference o výrobci	Nosnost	Výška zdvihu	0,012
Cena	1	2	2	2	5	8	9	
Rok výroby (stáří)	0,5	1	1	2	3	6	7	
Počet motohodin	0,5	1	1	1	2	5	6	
Technický stav	0,5	0,5	1	1	2	5	6	
Reference o výrobci	0,2	0,33333	0,5	0,5	1	4	5	
Nosnost	0,125	0,16667	0,2	0,2	0,25	1	1	
Výška zdvihu	0,11111111	0,14286	0,166667	0,16667	0,2	1	1	

Tabulka č. 28 Matice párových porovnání kritérií

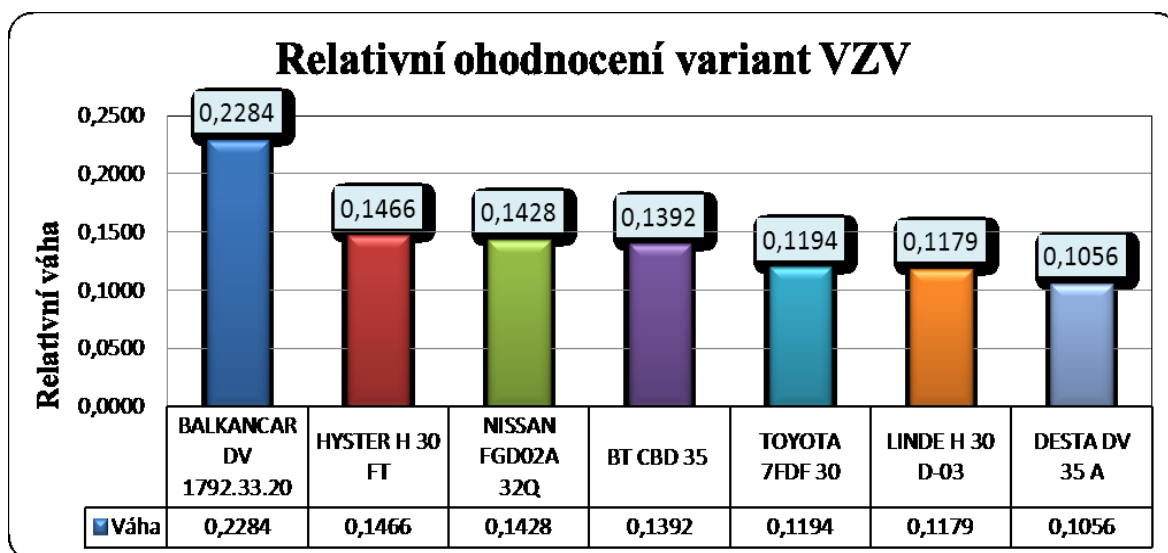
Důležitým ukazatelem konzistentnosti hodnocení důležitosti kritérií je index nekonzistence, který by neměl překročit hodnotu 0,1. Zde je index nekonzistence = 0,012, tedy je to výborná hodnota [8]. Čím větší je index nekonzistence, tím větší nedůsledností se vyznačují párová porovnání v matici párových porovnání. Naopak, čím více se index nekonzistence blíží k 0, tím se konzistence více blíží k perfektní konzistenci.

V následující Tabulce č. 29 jsou uvedeny výsledky vyhodnocení variant. U každé varianty je uvedena hodnota představující její relativní váhu v souboru všech uvažovaných variant. Podle velikosti této hodnoty je jednotlivým variantám přiřazeno pořadí od nejlepšího pořadí = 1 po nejhorší = 7.

Celkové výsledné hodnocení variant:		
CZn=	Vaha	Poradí
BALKANCAR DV 1792.33.20	0,22837339	1
DESTA DV 35 A	0,10563138	7
NISSAN FGD02A 32Q	0,14284692	3
LINDE H 30 D-03	0,11791801	6
TOYOTA 7FDF 30	0,11941856	5
HYSTER H 30 FT	0,14659657	2
BT CBD 35	0,13921517	4

Tabulka č. 29 Celkové - výsledné hodnocení variant

V následujícím grafu jsou varianty (VZV) uspořádány dle relativních vah a to od nejlépe hodnocené varianty po variantu nejhorší.



Obrázek č. 12 Výsledné a uspořádané hodnocení variant VZV

4.9 Závěr z výběru manipulační techniky

Výsledné pořadí hodnocených VZV je patrné z Tabulky č. 29. Na 1. pořadí se umístil VZV - BALKANCAR DV 1792.33.20 od firmy BALKANCAR s výsledným ohodnocením, s výslednou váhou (tj. relativní významností) 0,2284. Ostatní VZV jsou již vzdáleny svým ohodnocením od vítězné varianty.

V závěru lze poznamenat, že se zde jednalo o dosti věrohodný model, který vzhledem na své omezení počtu variant a počtu kritérií mohl s celou svou silou vyhodnotit optimální koupi VZV.

5 Závěr

Téma „Racionalizace práce skladu“ je tématem bezesporu velmi rozsáhlým. Z mnoha různých pohledů, kterými je možno na skladové hospodářství pohlížet, jsem se zaměřila především na analýzu současného stavu skladu od nákupu po prodej včetně skladování a navržení některých úloh a jejich řešení, které budou vyplývat z použitých metod operační analýzy. Na základě analýzy interních informací firmy TRANSA spol. s r. o., jsem se zaměřila na analýzu zásob, simulaci stávajícího stavu a vytvoření dalších simulačních pohledů na jiné uspořádání systémů regálů a v neposlední řadě na simulaci skladu s jinými, výkonnějšími prostředky skladové manipulace. Z výsledků simulace vyplynula i potřeba inovovat manipulační techniku za výkonnější. Pro výběr, doporučení pro koupi této techniky byla použita metoda vícekriteriálního vyhodnocování variant.

Jednotlivá vyhodnocení a závěry z šetření tou či onou metodou jsou vyhodnoceny u jednotlivých kapitol 2 až 4. Taktéž jsou vyhodnoceny i hypotézy o chování systému společnosti při použití simulačních modelů. V práci jsem postupovala od analýzy materiálového toku, kde byly vyvozeny závěry pro další postup, až po simulaci systému, jeho změny s následně využitím metody vícekriteriálního vyhodnocování variant pro optimální koupi výkonnější manipulační techniky.

V celé práci šlo o ověření vhodnosti použití metod z operační analýzy a to analýzy ABC, simulace systémů a vícekriteriálního vyhodnocování variant a reprezentaci těchto metod při racionalizačních záměrech.

Lze zdůraznit, že tyto metody jsou ještě účinnější při projektovém řešení záměrů v oblasti logistiky. Zde projektanti mohou dle prvotně postavených úloh, které má systém splňovat, zkoumat chování skladovacích systémů se všemi vazbami mezi skladovacími prostory, skladovacími prostředky a manipulační technikou. Zde je úloha metody operačního výzkumu nenahraditelná.

Závěrem této práce bych ráda zdůraznila, že veškeré zjištěné závěry z této práce budou brány jako doporučení pro danou společnost.

6 Seznam použitých pramenů

Monografické publikace:

- [1] DANĚK, Jan. *Logistické systémy*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006, 218 s. ISBN 80-248-1017-4.
- [2] DANĚK, Jan. *Logistika*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - TU, 2004, 187 s. ISBN 80-248-0705-X.
- [3] *GPSS World Reference Manual*: ©Copyright 2001 Minuteman Software [online]. Holly Springs, NC, U.S.A.: Minuteman Software, 2001 [cit. 2012-08-30].
- [4] HUŠEK, R. LAUBER J. *Simulační modely*. Praha, 1987, 352 s.
- [5] *Logistika skladů, skladování a řízení zásob*. Univerzita Pardubice, 2009. Bakalářská práce. Dopravní fakulta Jana Pernera.
- [6] KŘIVÝ, I. KINDLER E. *Simulace a modelování*. Ostrava. Ostravská univerzita, 2001, UCEBNÍ TEXTY OSTRAVSKÉ UNIVERZITY
- [7] MACUROVÁ, Pavla a Naděžda KLABUSAYOVÁ. *Praktikum z logistického managementu*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - TU, 2002, 228 s. ISBN 80-248-0104-3.
- [8] RAMÍK, Jaroslav. *Rozhodovací analýza pro manažery: Distanční opora*. SU OPF Karviná, 2008.

Elektronické zdroje:

- [9] ABC Analysis in Excel: This document explains how to do ABC analysis of inventory items in Excel. In: *Winthrop* [online]. 2012. vyd. 2012 [cit. 2012-08-29]. Dostupné z:
faculty.winthrop.edu/riddlee/MGMT326_S09/ABC_Analysis_Excel_new2.doc
- [10] Analýza ABC a její využití v praxi. In: *Eulog* [online]. 2012 [cit. 2012-09-01]. Dostupné z: <http://www.eulog.cz/?m=z01&id=1620&lang=0>
- [11] Paretova (ABC) analýza – mocný nástroj v logistice, marketingu i obchodu. In: *Businessvize* [online]. 2012 [cit. 2012-09-01]. Dostupné z:
<http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>
- [12] Racionalizace. In: *Cojeco* [online]. 2012 [cit. 2012-09-01]. Dostupné z:
http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&s_lang=2&id_desc=78982&title=racionalizace

- [13] Racionalizace obecně. In: *Vseved* [online]. 2012 [cit. 2012-09-01]. Dostupné z: <http://encyklopedie.vseved.cz/racionalizace+obecn%C4%9B>
- [14] SKALSKÁ a JABLONSKÝ. Stochastické a deterministické modely: Modely řízení zásob. Modely hromadné obsluhy. In: *Gaudeamus* [online]. 2012 [cit. 2012-09-02]. Dostupné z: <http://search.seznam.cz/?aq=&oq=&sourceid=szn-HP&thru=&q=stochastick%C3%A9+a+deterministick%C3%A9>
- [15] Taylor. In: *Cojeco* [online]. 2012 [cit. 2012-08-29]. Dostupné z: www.cojeco.cz/index.php?s_term=&s_lang=2&detail=1&id_desc=96029taylorismus.
- [16] Vilfredo Pareto. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. 2012. vyd. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-09-01]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Vilfredo_Pareto

Nepublikované dokumenty:

- [17] *Analytický Modul pro Excel: Decision Analysis Module for Excel*. SU OPF Karviná, 2011.
- [18] *Stručný manuál pro práci s programem DAME*. SU OPF Karviná, 2011.

Webové stránky:

- [19] BAZAR - použité vysokozdvizné vozíky. *Matl-bula* [online]. 2012 [cit. 2012-09-01]. Dostupné z: <http://www.matl-bula.cz/bazar-pouzite-vysokozdvizne-voziky>
- [20] Minutemansoftware: GPSS World Student License. *Minutemansoftware* [online]. 2012 [cit. 2012-09-01]. Dostupné z: <http://www.minutemansoftware.com/about.htm>
- [21] Paretova analýza: Lorenzova křivka. [Http://lorenc.info](http://lorenc.info) [online]. 2012 [cit. 2012-09-02]. Dostupné z: <http://lorenc.info/3MA112/paretova-analyza.htm>
- [22] Vysokozdvizné vozíky manipulační technika: Použité manipulační vozíky aktuální nabídka. *Pouzityvozik* [online]. 2012 [cit. 2012-09-01]. Dostupné z: <http://www.pouzityvozik.cz/>
- [23] Vysokozdvizné vozíky: Použité manipulační vozíky aktuální nabídka. *Pouzityvozik* [online]. 2012 [cit. 2012-09-01]. Dostupné z: <http://www.vzv.cz/cz/aktualne-skladem/voziky-skladem>

Firemní údaje

- [24] Profil společnosti Transa s.r.o.: Společnosti Transa s.r.o. Společnost TRANSA spol. s r.o. 2012. Dostupné z: <http://www.transa.cz/>

Normy

- [25] ČSN 26 9010. Manipulace s materiálem. Šířky a výšky cest a uliček. ČR, 1993.
Dostupné z: <http://eshop.normservis.cz/norma/csn/269010/1.10.1993>

7 Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Fotografie společnosti, logo společnosti a její umístění v Opavě	13
Obrázek č. 2 Organizační struktura společnosti	14
Obrázek č. 3 Informační systém MAGIS v. 9	16
Obrázek č. 4 Dělení skladu do zón a regály	17
Obrázek č. 5 Galerie regálů	17
Obrázek č. 6 Regály UNIRACK USA	18
Obrázek č. 7 Lorenzova křivka vztahu obratu a počtem položek – relativně	24
Obrázek č. 8 Přiřazení kategorií položek sektorům skladu	25
Obrázek č. 9 Schéma skladového systému s nejvyšší abstrakcí	28
Obrázek č. 10 Příjezd manipulační techniky k čelu uličky	36
Obrázek č. 11 Základní schéma toků entit a zdrojů s vazbami na informace	39
Obrázek č. 12 Výsledné a uspořádané hodnocení variant VZV	62

8 Seznam tabulek

Tabulka č. 1 ABC analýza obratu vzhledem na četnost položek	23
Tabulka č. 2 Základní údaje o systému a tvorbě pro E1 a E2	33
Tabulka č. 3 Základní údaje o systému a tvorbě pro E3	33
Tabulka č. 4 Rozdělení pravděpodobnosti počtu položek v žádostech na dopravu	34
Tabulka č. 5 Určení pásma regálů, vzdáleností a délky regálů	35
Tabulka č. 6 Počet cyklů při manipulaci s položkou	37
Tabulka č. 7 Střední doba mezi příchodem požadavku na nákup nebo expedici	42
Tabulka č. 8 Vytváření kategorií položek A, B a C	42
Tabulka č. 9 Vytváření počtu položek na faktuře dodavatelské	43

Tabulka č. 10 Vytváření počtu položek na žádosti na expedici	43
Tabulka č. 11 Uskladňování či vyskladňování – sektory skladu	44
Tabulka č. 12 Statistická data zásobníku práce před Nákupem	45
Tabulka č. 13 Statistická data zásobníku práce před Dopravou	45
Tabulka č. 14 Statistická data zásobníku práce před Expedicí	45
Tabulka č. 15 Pracoviště Nákup	46
Tabulka č. 16 Pracoviště Doprava	46
Tabulka č. 17 Pracoviště Expedice	46
Tabulka č. 18 Komplexní data o experimentech	46
Tabulka č. 19 Základní údaje hodnocení variant	55
Tabulka č. 20 Údaje o jednotlivých kritériích	56
Tabulka č. 21 Ohodnocení kritéria TECHNICKÝ STAV metodou pořadí	57
Tabulka č. 22 Ohodnocení škály ordinálních informací metodou pořadí	57
Tabulka č. 23 Konečná tabulka údajů o jednotlivých variantách dle všech kritérií	58
Tabulka č. 24 Párové porovnání kritérií a preference kritérií	59
Tabulka č. 25 Základní stupnice párového porovnání dle Saatyho	59
Tabulka č. 26 Seznam variant VZV	60
Tabulka č. 27 Hierarchická struktura úlohy v DAME	60
Tabulka č. 28 Matice párových porovnání kritérií	61
Tabulka č. 29 Celkové - výsledné hodnocení variant	61

9 Seznam příloh

Příloha A Simulační model E1 – model stávajícího systému	68
Příloha B Simulační model E2 – model s uspořádáním regálů dle analýzy ABC	76
Příloha C Simulační model E3 – model s uspořádáním regálů a inovovanou MT	84
Příloha D Sortiment společnosti	91
Příloha E Dodavatelé	93

Příloha A Simulační model E1 – model stávajícího systému

Kopie - E1

Page 1

```

*****
* Simulace nákupu, skladování a prodeje - náhodné umístění položek v systému *
* Simulace stávajícího systému *
* Experiment E1 - Cíl č. 1 *
* Čas je v minutách, vzdálenosti v m a rychlost v m/min *
*****

Den_rok EQU 253 ;Počet pracovních dnů v roce 2011
Smennost EQU 2 ;Počet směn - po které se pracuje
Vyuziti EQU 0.9 ;Využití směny - relativní hodnota - odhad
Pru_nakup EQU 220 ;Stanovení průměrné doby příchodu dodávky v min
Rychlost EQU 16 ;Průměrná rychlost MT v m/min
Pru_expe EQU 180 ;Průměrná doba doby příchodu objednávky v min

Simulace VARIABLE Den_rok*Smennost*Vyuziti*60*8 ;Čas simulace = 1 rok = minut
Cesta_dop VARIABLE 2*FN$Vzdale+FN$Ulicka/1000 ;Vzdálenost na
uskladnění/vyskladnění
Cas_naskl VARIABLE P5/Rychlost+FN$Cas_nakl+FN$Cas_vykl ;Čas na
uskladnění/vyskladnění
Roze VARIABLE C1-X$casexp ;Tvorba intervalu expedice - statistika
Rozd VARIABLE C1-X$casdod ;Tvorba intervalu dodávky - statistika
Cislo_reg VARIABLE RN17@56+1 ;Číslo regálu - náhodné

INITIAL X$casexp,0 ;Nastavení proměnné na 0
INITIAL X$casdod,0 ;Nastavení proměnné na 0

Sortiment FUNCTION RN1,D8 ;Počet položek sortimentu v dodávce
0.1,1/0.4,2/0.56,3/0.6,4/0.9,5/0.95,10/0.98,20/1.00,30
ABC FUNCTION RN2,D3 ;Přířazení čísla typu sortimentu A=1, B=2 a C=3
0.75,1/0.95,2/1.0,3
CyklyA FUNCTION RN3,D3 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment A
0.9,0/0.95,1/1.0,2
CyklyB FUNCTION RN4,D2 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment B
0.95,0/1.0,1
CyklyC FUNCTION RN5,D2 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment C
0.95,0/1.0,1
Cas_vstup FUNCTION RN6,C2 ;Střední čas zpracování na pracovišti Nákup
0.0,10/1.0,15
Cas_odch FUNCTION RN7,C2 ;Odchylka od středního času na pracovišti Nákup
0.0,2/1.0,5

Vzdale FUNCTION P4,D56 ;Vzdálenost čela regálu/uličky od místa
vstupu/výstupu
1,0/2,1.5/3,3/4,4.5/5,6/6,7.5/7,9/8,10.5/9,12/10,1.2/11,3.6/12,5.4/13,7.8/14,9.6/
15,12/16,14.8/17,6.2/18,8.6/19,10.4/20,12.8/21,14.6/22,17/23,19.8/24,16.2/25,17.4/
26,19.8/27,22.2/28,23.8/29,26.2/30,28.4/31,29.6/32,32/33,33.8/34,35/35,16.2/
36,17.4/37,19.8/38,22.2/39,23.8/40,26.2/41,28.4/42,29.6/43,32/44,33.8/45,35/46,36.2/
47,37.4/48,39.8/49,42.2/50,43.8/51,46.2/52,48.4/53,49.6/54,52/55,53.8/56,55
Ulicka FUNCTION P4,D56 ;Délky regálu dle čísla regálu
1,1.5/2,1.5/3,1.5/4,1.5/5,1.5/6,1.5/7,1.5/8,1.5/9,1.5/10,3/11,3/12,3/13,3/14,3/
15,3/16,3/17,6/18,6/19,6/20,6/21,6/22,3/23,6/24,4.5/25,4.5/26,4.5/27,4.5/28,4.5/
29,4.5/30,4.5/31,4.5/32,4.5/33,4.5/34,4.5/35,3/36,3/37,3/38,3/39,3/40,3/41,3/
42,3/43,3/44,3/45,3/46,3/47,3/48,3/49,3/50,3/51,3/52,3/53,3/54,3/55,3/56,3

Cas_nakl FUNCTION RN10,C2 ;Střední čas nakládání na MT a opačně
0.0,10/1.0,15
Cas_vykl FUNCTION RN10,C2 ;Střední čas vykládání z MT do regálu a opačně
0.0,10/1.0,15
Sort_expe FUNCTION RN11,D8 ;Počet položek sortimentu - objednávka -

```

```

Expedice
0.1,1/0.4,2/0.5,3/0.6,4/0.9,5/0.95,8/0.98,10/1.00,15
Cas_expe FUNCTION RN12,C2 ;Střední čas zpracování - pracoviště Expedice
0.0,10/1.0,15
Cas_oexp FUNCTION RN13,C2 ;Odchylka od středního času u Expedice
0.0,3/1.0,5
CyklyAe FUNCTION RN14,D3 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment A
Expedice
0.9,0/0.95,1/1.0,3
CyklyBe FUNCTION RN15,D2 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment B
Expedice
0.9,0/1.0,1
CyklyCe FUNCTION RN16,D2 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment C
Expedice
0.9,0/1.0,1

Nakup STORAGE 2 ;Počet pracovníků na pracovišti Nákup
Doprava STORAGE 2 ;Počet MT v dopravě na uskladnění - vyskladnění
Expedice STORAGE 2 ;Počet pracovníků na pracovišti Expedice

Casprnak TABLE M1,0,500,25 ;Statistika průběžného času uskladnění
Casprexp TABLE M1,0,500,25 ;Statistika průběžného času expedice
ABC TABLE P2,1,1,4 ;Statistika dělení položek na A, B a C
Sortiment TABLE P1,1,1,35 ;Statistika o generování počtu položek v
dodávce
Doprava TABLE P6,0,2,40 ;Statistika o čase uskladnění
Vzdalen TABLE P5,0,10,20 ;Statistika o ujetých vzdálenostech MT
Sort_expe TABLE P1,1,1,25 ;Statistika o tvorbě počtu položek u expedice
Rozdilp TABLE V$Rozd,0,150,50 ;Statistika tvorby času dodávky
Rozdile TABLE V$Roze,0,150,50 ;Statistika tvorby času požadavku na expedici
Cis_reg TABLE P4,1,1,60 ;Sledování tvorby čísla regálu
Zas_nakup QTABLE Nakup,0,100,20 ;Statistika zásobníku práce u Nákupu
Zas_MT QTABLE Doprava,0,100,20 ;Statistika zásobníku práce před MT
Zas_expe QTABLE Expedice,0,100,20 ;Statistika zásobníku práce u Expedice

*****

* NÁKUP - DODÁVKY

GENERATE (Exponential(1,0,Pru_nakup)) ;Generování příchodu dodávky
TABULATE Rozdilp ;Sledování časového intervalu tvorby nákupu
SAVEVALUE casdod,C1 ;Uložení času transakce
ASSIGN 7,1 ;Faktura - dodací list
ASSIGN 1,FN$Sortiment ;Počet položek sortimentu v dodávce do P1
TABULATE Sortiment ;Statistika o počtu položek v dodávce
SPLIT P1 ;Generování počtu položek sortimentu na faktuře
SAVEVALUE Nakup_polozek+,1 ;Statistika položek nákupu - počet faktur
ASSIGN 2,FN$ABC ;Přiřazení typu položky A=1, B=2 nebo C=3 do P2
TABULATE ABC ;Statistika o dělení položek na A, B nebo C
QUEUE Nakup ;Vstup do zásobníku práce před pracovištěm

Nakup
ENTER Nakup ;Vstup požadavku na pracoviště Nákup
DEPART Nakup ;Opuštění zásobníku práce pracoviště Nákup
ADVANCE FN$Cas_vstup,FN$Cas_odch ;Čas obsluhy na pracovišti Nákup
LEAVE Nakup ;Opuštění pracoviště Nákup

TEST E P2,1,Na B ;Test, zda je skladová položka z A
ASSIGN 3,FN$CyklyA ;Počet cyklů = jízd MT v dopravě pro uskladnění
TRANSFER ,Pokracuj ;Posun na pokračování toku
TEST E P2,2,Na C ;Test, zda je skladová položka z B
ASSIGN 3,FN$CyklyB ;Počet cyklů = jízd MT v dopravě pro uskladnění

```

	TRANSFER	,Pokracuj	;Posun na pokračování toku
Na_C	ASSIGN	3,FN\$CyklyC	;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro uskladnění
Pokracuj	ASSIGN	4,V\$Cislo_reg	;Přiřazení cíle uskladnění/vyskladnění - regál
	TABULATE	Cis_reg	;Statistika o tvorbě čísla regálu
	ASSIGN	5,V\$Cesta_dop	;Cesta od MT na uskladnění/vyskladnění a zpět
	SAVEVALUE	Celk_polozek+,1	;Celkem položky, se kterými proběhla manipulace
	ASSIGN	6,V\$Cas_naskl	;Uložení času na uskladnění/vyskladnění
Cyklus	TABULATE	Doprava	;Statistika času operací v dopravě
	TABULATE	Vzdalen	;Statistika o ujetých vzdálenostech MT
	QUEUE	Doprava	;Vstup do zásobníku práce pro MT
	SAVEVALUE	Ujeto+,P5	;Napočítání celkem ujetých m MT
	ENTER	Doprava	;Vstup požadavku na dopravu
	DEPART	Doprava	;Opuštění zásobníku práce pro MT
	ADVANCE	P6	;Čas obsluhy MT
	LEAVE	Doprava	;Opuštění dopravy - MT
	SAVEVALUE	Celk_doprav+,1	;Celkem doprav
	TEST G	P3,0,Obejdi	;Test, zda bude MT jet vícekrát
	LOOP	P3,Cyklus	;Zpět na další manipulaci MT vícenás. dopravy
Obejdi	TEST E	P7,1,Na_D	;Celkový čas na uskladnění/vyskladnění
	TABULATE	CasprnaK	;Celkový čas na nakup
	TRANSFER	,Pokr	;Pokračování v chodu
Na_D	TABULATE	Casprexp	;Celkový čas na expedici
Pokr	TERMINATE		;Konec práce nad uskladněním položky

```

*****
      GENERATE V$Simulace      ;Generování transakce pro simulaci 1 roku
      TERMINATE 1              ;Ukončení simulace
*****

```

* PRODEJ - EXPEDICE

	GENERATE	(Exponential(18,0,Pru_expe))	;Příchod požadavku na expedici
	TABULATE	Rozdile	;Sledování časového intervalu tvorby expedice
	SAVEVALUE	casexp,C1	;Uložení času transakce
	ASSIGN	7,2	;Požadavek na prodej
	ASSIGN	1,FN\$Sort_expe	;Počet položek sortimentu v požadavku na prodej
	TABULATE	Sort_expe	;Statistika o počtu položek pro expedici
	SPLIT	P1	;Tvorba požadavků na expedici
	SAVEVALUE	Expe_polozek+,1	;Načtení počet položek expedice
	ASSIGN	2,FN\$ABC	;Přiřazení typu položky A=1, B=2 nebo C=3 do P2
	TABULATE	ABC	;Statistika o tvorbě typů položek A, B nebo C
	QUEUE	Expedice	;Vstup do zásobníku práce pracoviště Expedice
	ENTER	Expedice	;Vstup požadavku na pracoviště Expedice
	DEPART	Expedice	;Opuštění zásobníku práce pracoviště Expedice
	ADVANCE	FN\$Cas_expe, FN\$Cas_oexp	;Čas obsluhy na pracovišti Expedice
	LEAVE	Expedice	;Opuštění pracoviště Expedice
	TEST E	P2,1,Na_Be	;Test, zda je skladová položka z A
	ASSIGN	3,FN\$CyKlyA	;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro vysklad.
	TRANSFER	,Pokracuj	;Posun na pokračování toku
Na_Be	TEST E	P2,2,Na_Ce	;Test, zda je skladová položka z B
	ASSIGN	3,FN\$CyKlyBe	;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro vysklad.
	TRANSFER	,Pokracuj	;Posun na pokračování toku
Na_Ce	ASSIGN	3,FN\$CyklyCe	;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro vysklad.
	TRANSFER	,Pokracuj	;Přesun na operace skladu

GPSS World Simulation Report - Kopie - E1.289.1

Sunday, September 02, 2012 08:03:39

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	218592.000	68	0	3

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
NAKUP	73	0	5645	852	5.656	219.033	257.969	0
DOPRAVA	138	81	15229	532	47.936	688.059	712.965	0
EXPEDICE	52	0	5825	814	5.195	194.940	226.607	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
NAKUP	2	0	0	2	5645	1	1.138	0.569	0	0
DOPRAVA	2	0	0	2	15148	1	1.930	0.965	0	81
EXPEDICE	2	2	0	2	5825	1	1.327	0.663	0	0

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
SORTIMENT	4.540	5.021		0		
			- 1.000		110	10.79
			1.000 - 2.000		291	39.35
			2.000 - 3.000		160	55.05
			3.000 - 4.000		41	59.08
			4.000 - 5.000		320	90.48
			5.000 - 6.000		0	90.48
			6.000 - 7.000		0	90.48
			7.000 - 8.000		0	90.48
			8.000 - 9.000		0	90.48
			9.000 - 10.000		45	94.90
			10.000 - 11.000		0	94.90
			11.000 - 12.000		0	94.90
			12.000 - 13.000		0	94.90
			13.000 - 14.000		0	94.90
			14.000 - 15.000		0	94.90
			15.000 - 16.000		0	94.90
			16.000 - 17.000		0	94.90
			17.000 - 18.000		0	94.90
			18.000 - 19.000		0	94.90
			19.000 - 20.000		32	98.04
			20.000 - 21.000		0	98.04
			21.000 - 22.000		0	98.04
			22.000 - 23.000		0	98.04
			23.000 - 24.000		0	98.04
			24.000 - 25.000		0	98.04
			25.000 - 26.000		0	98.04
			26.000 - 27.000		0	98.04
			27.000 - 28.000		0	98.04
			28.000 - 29.000		0	98.04
			29.000 - 30.000		20	100.00
ABC	1.303	0.566		0		
			- 1.000		8623	75.18
			1.000 - 2.000		2223	94.56
			2.000 - 3.000		624	100.00
SORT_EXPE	3.891	2.531		0		
			- 1.000		134	11.25

			1.000	-	2.000	337	39.55
			2.000	-	3.000	98	47.77
			3.000	-	4.000	121	57.93
			4.000	-	5.000	389	90.60
			5.000	-	6.000	0	90.60
			6.000	-	7.000	0	90.60
			7.000	-	8.000	61	95.72
			8.000	-	9.000	0	95.72
			9.000	-	10.000	30	98.24
			10.000	-	11.000	0	98.24
			11.000	-	12.000	0	98.24
			12.000	-	13.000	0	98.24
			13.000	-	14.000	0	98.24
			14.000	-	15.000	21	100.00
DOPRAVA	27.845	2.801				0	
			20.000	-	22.000	188	1.23
			22.000	-	24.000	1101	8.46
			24.000	-	26.000	2657	25.91
			26.000	-	28.000	4088	52.75
			28.000	-	30.000	3888	78.28
			30.000	-	32.000	2152	92.42
			32.000	-	34.000	910	98.39
			34.000	-	36.000	212	99.78
			36.000	-	38.000	33	100.00
CASPRNAK	1208.406	1823.621				0	
			0.000	-	500.000	1075	19.21
			500.000	-	1000.000	1642	48.54
			1000.000	-	1500.000	1917	82.79
			1500.000	-	2000.000	606	93.62
			2000.000	-	2500.000	179	96.82
			2500.000	-	3000.000	36	97.46
			3000.000	-	3500.000	21	97.84
			3500.000	-	4000.000	4	97.91
			4000.000	-	4500.000	18	98.23
			4500.000	-	5000.000	13	98.46
			5000.000	-	5500.000	9	98.62
			5500.000	-	6000.000	6	98.73
			6000.000	-	6500.000	6	98.84
			6500.000	-	7000.000	4	98.91
			7000.000	-	7500.000	3	98.96
			7500.000	-	8000.000	1	98.98
			8000.000	-	8500.000	4	99.05
			8500.000	-	9000.000	3	99.11
			9000.000	-	9500.000	4	99.18
			9500.000	-	10000.000	2	99.21
			10000.000	-	10500.000	2	99.25
			10500.000	-	11000.000	1	99.27
			11000.000	-	11500.000	1	99.29
			11500.000	-		40	100.00
CASPREXP	1178.062	1290.070				0	
			0.000	-	500.000	1123	19.40
			500.000	-	1000.000	1814	50.74
			1000.000	-	1500.000	1723	80.51
			1500.000	-	2000.000	762	93.68
			2000.000	-	2500.000	107	95.53
			2500.000	-	3000.000	42	96.25
			3000.000	-	3500.000	29	96.75
			3500.000	-	4000.000	18	97.06
			4000.000	-	4500.000	24	97.48
			4500.000	-	5000.000	24	97.89
			5000.000	-	5500.000	23	98.29

			5500.000	-	6000.000	17	98.58
			6000.000	-	6500.000	16	98.86
			6500.000	-	7000.000	9	99.02
			7000.000	-	7500.000	6	99.12
			7500.000	-	8000.000	4	99.19
			8000.000	-	8500.000	3	99.24
			8500.000	-	9000.000	3	99.29
			9000.000	-	9500.000	7	99.41
			9500.000	-	10000.000	6	99.52
			10000.000	-	10500.000	1	99.53
			10500.000	-	11000.000	1	99.55
			11000.000	-	11500.000	3	99.60
			11500.000	-		23	100.00
VZDALEN	45.011	29.821		-		0	
			0.000	-	10.000	1731	11.37
			10.000	-	20.000	2210	25.88
			20.000	-	30.000	1825	37.86
			30.000	-	40.000	2118	51.77
			40.000	-	50.000	1067	58.78
			50.000	-	60.000	1688	69.86
			60.000	-	70.000	1116	77.19
			70.000	-	80.000	1411	86.45
			80.000	-	90.000	456	89.45
			90.000	-	100.000	857	95.08
			100.000	-	110.000	465	98.13
			110.000	-	120.000	285	100.00
ROZDILP	214.448	221.327				0	
			0.000	-	150.000	510	50.05
			150.000	-	300.000	260	75.56
			300.000	-	450.000	128	88.13
			450.000	-	600.000	64	94.41
			600.000	-	750.000	23	96.66
			750.000	-	900.000	12	97.84
			900.000	-	1050.000	11	98.92
			1050.000	-	1200.000	7	99.61
			1200.000	-	1350.000	1	99.71
			1350.000	-	1500.000	1	99.80
			1500.000	-	1650.000	2	100.00
ROZDILE	183.097	187.233				0	
			0.000	-	150.000	668	56.09
			150.000	-	300.000	296	80.94
			300.000	-	450.000	139	92.61
			450.000	-	600.000	42	96.14
			600.000	-	750.000	21	97.90
			750.000	-	900.000	12	98.91
			900.000	-	1050.000	8	99.58
			1050.000	-	1200.000	1	99.66
			1200.000	-	1350.000	2	99.83
			1350.000	-	1500.000	2	100.00
CIS_REG	28.246	16.162				0	
			-	-	1.000	216	1.88
			1.000	-	2.000	207	3.69
			2.000	-	3.000	238	5.76
			3.000	-	4.000	210	7.60
			4.000	-	5.000	201	9.35
			5.000	-	6.000	205	11.14
			6.000	-	7.000	208	12.95
			7.000	-	8.000	199	14.68
			8.000	-	9.000	203	16.45
			9.000	-	10.000	218	18.36
			10.000	-	11.000	214	20.22

				11.000	-	12.000	215	22.10
				12.000	-	13.000	212	23.94
				13.000	-	14.000	222	25.88
				14.000	-	15.000	182	27.47
				15.000	-	16.000	203	29.24
				16.000	-	17.000	215	31.11
				17.000	-	18.000	201	32.87
				18.000	-	19.000	181	34.44
				19.000	-	20.000	220	36.36
				20.000	-	21.000	186	37.98
				21.000	-	22.000	203	39.75
				22.000	-	23.000	182	41.34
				23.000	-	24.000	203	43.11
				24.000	-	25.000	215	44.99
				25.000	-	26.000	196	46.70
				26.000	-	27.000	210	48.53
				27.000	-	28.000	208	50.34
				28.000	-	29.000	210	52.17
				29.000	-	30.000	177	53.71
				30.000	-	31.000	211	55.55
				31.000	-	32.000	219	57.46
				32.000	-	33.000	202	59.23
				33.000	-	34.000	219	61.14
				34.000	-	35.000	194	62.83
				35.000	-	36.000	209	64.65
				36.000	-	37.000	214	66.52
				37.000	-	38.000	199	68.25
				38.000	-	39.000	224	70.20
				39.000	-	40.000	206	72.00
				40.000	-	41.000	212	73.85
				41.000	-	42.000	206	75.65
				42.000	-	43.000	214	77.51
				43.000	-	44.000	197	79.23
				44.000	-	45.000	229	81.23
				45.000	-	46.000	195	82.93
				46.000	-	47.000	195	84.63
				47.000	-	48.000	196	86.34
				48.000	-	49.000	197	88.05
				49.000	-	50.000	181	89.63
				50.000	-	51.000	197	91.35
				51.000	-	52.000	211	93.19
				52.000	-	53.000	198	94.92
				53.000	-	54.000	204	96.70
				54.000	-	55.000	184	98.30
				55.000	-	56.000	195	100.00
ZAS_NAKUP	219.033	249.667					0	
				0.000	-	0.000	852	15.09
				100.000	-	100.000	1672	44.71
				100.000	-	200.000	1019	62.76
				200.000	-	300.000	593	73.27
				300.000	-	400.000	390	80.18
				400.000	-	500.000	359	86.54
				500.000	-	600.000	254	91.04
				600.000	-	700.000	195	94.49
				700.000	-	800.000	110	96.44
				800.000	-	900.000	75	97.77
				900.000	-	1000.000	39	98.46
				1000.000	-	1100.000	29	98.97
				1100.000	-	1200.000	15	99.24
				1200.000	-	1300.000	19	99.57
				1300.000	-	1400.000	13	99.81

			1400.000	-	1500.000		6	99.91
			1500.000	-	1600.000		5	100.00
ZAS_MT	686.461	420.612				0		
			-		0.000		532	3.51
			0.000	-	100.000		1331	12.30
			100.000	-	200.000		754	17.28
			200.000	-	300.000		465	20.35
			300.000	-	400.000		904	26.31
			400.000	-	500.000		1296	34.87
			500.000	-	600.000		1261	43.19
			600.000	-	700.000		1243	51.40
			700.000	-	800.000		1174	59.15
			800.000	-	900.000		1087	66.33
			900.000	-	1000.000		1118	73.71
			1000.000	-	1100.000		1092	80.91
			1100.000	-	1200.000		1222	88.98
			1200.000	-	1300.000		746	93.91
			1300.000	-	1400.000		374	96.38
			1400.000	-	1500.000		186	97.60
			1500.000	-	1600.000		161	98.67
			1600.000	-	1700.000		88	99.25
			1700.000	-	1800.000		68	99.70
			1800.000	-			46	100.00
ZAS_EXPE	194.940	197.018		-		0		
			-		0.000		814	13.97
			0.000	-	100.000		1572	40.96
			100.000	-	200.000		1263	62.64
			200.000	-	300.000		822	76.76
			300.000	-	400.000		548	86.16
			400.000	-	500.000		350	92.17
			500.000	-	600.000		179	95.24
			600.000	-	700.000		102	97.00
			700.000	-	800.000		72	98.23
			800.000	-	900.000		50	99.09
			900.000	-	1000.000		32	99.64
			1000.000	-	1100.000		11	99.83
			1100.000	-	1200.000		7	99.95
			1200.000	-	1300.000		3	100.00

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
CASEXP	0	218068.045
CASDOD	0	218522.760
NAKUP_POLOZEK	0	5645.000
CELK_POLOZEK	0	11468.000
UJETO	0	685470.264
CELK_DOPRAV	0	15146.000
EXPE_POLOZEK	0	5825.000

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
11405	0	218598.226	11391	34	35	1	20.000
						2	1.000
						3	0.000
						6	31.049
						5	74.803
						4	47.000
						7	1.000
11406	0	218611.498	11391	34	35	1	20.000
						2	1.000
						3	2.000

Příloha B Simulační model E2 – model s uspořádáním regálů dle analýzy ABC

Kopie - E2

Page 1

```

*****
* Simulace nákupu, skladování a prodeje - umístění položek v systému do sektorů *
* dle analýzy ABC do sektorů A - B - C *
* Experiment E2 - Cíl č.2 *
* Čas je v minutách, vzdálenosti v m a rychlost v m/min *
*****

Den_rok EQU 253 ;Počet pracovních dnů v roce 2011
Smennost EQU 2 ;Počet směn - po které se pracuje
Vyuziti EQU 0.9 ;Využití směny - relativní hodnota - odhad
Pru nakup EQU 220 ;Stanovení průměrné doby příchodu dodávky v min
Rychlost EQU 16 ;Průměrná rychlost MT v m/min
Pru_expe EQU 180 ;Průměrná doba doby příchodu objednávky v min

Simulace VARIABLE Den_rok*Smennost*Vyuziti*60*8 ;Čas simulace = 1 rok = minut
Cesta dop VARIABLE 2*FN$Vzdale+FN$Ulicka/1000 ;Vzdálenost na
uskladnění/vyskladnění
Cas naskl VARIABLE P5/Rychlost+FN$Cas nakl+FN$Cas vykl ;Čas uskladnění/vyskladnění
Rozě VARIABLE C1-X$casexp ;Tvorba interValu expedice - statistika
Rozd VARIABLE C1-X$casdod ;Tvorba intervalu dodávky - statistika

INITIAL X$casexp,0 ;Nastavení proměnné na 0
INITIAL X$casdod,0 ;Nastavení proměnné na 0

Sortiment FUNCTION RN1,D8 ;Počet položek sortimentu v dodávce
0.1,1/0.4,2/0.56,3/0.6,4/0.9,5/0.95,10/0.98,20/1.00,30
ABC FUNCTION RN2,D3 ;Přifazení čísla typu sortimentu A=1, B=2 a C=3
0.75,1/0.95,2/1.0,3
CyklyA FUNCTION RN3,D3 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment A
0.9,0/0.95,1/1.0,2
CyklyB FUNCTION RN4,D2 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment B
0.95,0/1.0,1
CyklyC FUNCTION RN5,D2 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment C
0.95,0/1.0,1
Cas vstup FUNCTION RN6,C2 ;Střední čas zpracování na pracovišti Nákup
0.0,10/1.0,15
Cas odch FUNCTION RN7,C2 ;Odchylka od středního času na pracovišti Nákup
0.0,2/1.0,5

RegalA FUNCTION RN8,D16 ;Přifazení čísla regálu - kategorie A
0.0625,1/0.1250,2/0.1875,3/0.2500,4/0.3125,5/0.3750,6/0.4375,7/0.5000,8/0.5625,9/
0.6250,10/0.6875,11/0.7500,12/0.8125,13/0.8750,14/0.9375,15/1.000,16
RegalC FUNCTION RN8,D18 ;Přifazení čísla regálu - kategorie C
0.0556,17/0.1111,18/0.1667,19/0.2222,20/0.2778,21/0.3333,22/0.3889,23/0.4444,46/
0.5000,47/0.5556,48/0.6111,49/0.6667,50/0.7222,51/0.7778,52/0.8333,53/0.8889,54/
0.9444,55/1.000,56
RegalB FUNCTION RN8,D22 ;Přifazení čísla regálu - kategorie B
0.0455,24/0.0909,25/0.1364,26/0.1818,27/0.2273,28/0.2727,29/0.3182,30/0.3636,31/
0.4091,32/0.4545,33/0.5000,34/0.5455,35/0.5909,36/0.6364,37/0.6818,38/0.7273,39/
0.7727,40/0.8182,41/0.8636,42/0.9091,43/0.9545,44/1.000,45/

Vzdale FUNCTION P4,D56 ;Vzdálenost čela regálu/uličky místa vstupu
1,0/2,1.5/3,3/4,4.5/5,6/6,7.5/7,9/8,10.5/9,12/10,1.2/11,3.6/12,5.4/13,7.8/14,9.6/
15,12/16,14.8/17,6.2/18,8.6/19,10.4/20,12.8/21,14.6/22,17/23,19.8/24,16.2/25,17.4/
26,19.8/27,22.2/28,23.8/29,26.2/30,28.4/31,29.6/32,32/33,33.8/34,35/35,16.2/
36,17.4/37,19.8/38,22.2/39,23.8/40,26.2/41,28.4/42,29.6/43,32/44,33.8/45,35/46,36.2/
47,37.4/48,39.8/49,42.2/50,43.8/51,46.2/52,48.4/53,49.6/54,52/55,53.8/56,55
Ulicka FUNCTION P4,D56 ;Délka regálu dle čísla regálu
1,1.5/2,1.5/3,1.5/4,1.5/5,1.5/6,1.5/7,1.5/8,1.5/9,1.5/10,3/11,3/12,3/13,3/14,3/
15,3/16,3/17,6/18,6/19,6/20,6/21,6/22,3/23,6/24,4.5/25,4.5/26,4.5/27,4.5/28,4.5/

```

29,4.5/30,4.5/31,4.5/32,4.5/33,4.5/34,4.5/35,3/36,3/37,3/38,3/39,3/40,3/41,3/42,3/43,3/44,3/45,3/46,3/47,3/48,3/49,3/50,3/51,3/52,3/53,3/54,3/55,3/56,3

Cas_nakl	FUNCTION	RN10,C2	;Střední čas nakládání na MT a opačně
0.0,10/1.0,15			
Cas_vykl	FUNCTION	RN10,C2	;Střední čas vykládání z MT do regálu a opačně
0.0,10/1.0,15			
Sort_expe	FUNCTION	RN11,D8	;Počet položek sortimentu - objednávka -
Expedice			
0.1,1/0.4,2/0.5,3/0.6,4/0.9,5/0.95,8/0.98,10/1.00,15			
Cas_expe	FUNCTION	RN12,C2	;Střední čas zpracování - pracoviště Expedice
0.0,10/1.0,15			
Cas_oexp	FUNCTION	RN13,C2	;Odchylka od středního času u Expedice
0.0,3/1.0,5			
CyklyAe	FUNCTION	RN14,D3	;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment A
Expedice			
0.9,0/0.95,1/1.0,2			
CyklyBe	FUNCTION	RN15,D2	;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment B
Expedice			
0.9,0/1.0,1			
CyklyCe	FUNCTION	RN16,D2	;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment C
Expedice			
0.9,0/1.0,1			
Nakup	STORAGE	2	;Počet pracovníků na pracovišti Nakup
Doprava	STORAGE	2	;Počet MT v dopravě na uskladnění - vyskladnění
Expedice	STORAGE	2	;Počet pracovníků na pracovišti Expedice
Casprnak	TABLE	M1,0,500,25	;Statistika průběžného času uskladnění
Casprexp	TABLE	M1,0,500,25	;Statistika průběžného času expedice
ABC	TABLE	P2,1,1,4	;Statistika dělení položek na A, B a C
Sortiment	TABLE	P1,1,1,35	;Statistika o generování počtu položek v
dodávce			
Doprava	TABLE	P6,0,2,40	;Statistika o čase uskladnění
Vzdalen	TABLE	P5,0,10,20	;Statistika o ujetých vzdálenostech MT
Sort_expe	TABLE	P1,1,1,25	;Statistika o tvorbě počtu položek u expedice
Rozdíl	TABLE	V\$Rozd,0,150,50	;Statistika tvorby času dodávky
Rozdile	TABLE	V\$Roze,0,150,50	;Statistika tvorby času požadavku na expedici
Cis_reg	TABLE	P4,1,1,60	;Sledování tvorby čísla regálu
Zas_nakup	QTABLE	Nakup,0,100,20	;Statistika zásobníku práce u Nakupu
Zas_MT	QTABLE	Doprava,0,100,20	;Statistika zásobníku práce před MT
Zas_expe	QTABLE	Expedice,0,100,20	;Statistika zásobníku práce u Expedice

* NÁKUP - DODÁVKY

GENERATE	(Exponential(1,0,Pru_nakup))	;Generování příchodu dodávky
TABULATE	Rozdíl	;Sledování časového intervalu tvorby nákupu
SAVEVALUE	casdod,C1	;Uložení času transakce
ASSIGN	7,1	;Faktura - dodací list
ASSIGN	1, FN\$Sortiment	;Počet položek sortimentu v dodávce do P1
TABULATE	Sortiment	;Statistika o počtu položek v dodávce
SPLIT	P1	;Generování počtu položek sortimentu na fakturu
SAVEVALUE	Nakup_polozek+,1	;Statistika položek nákupu - počet
ASSIGN	2, FN\$ABC	;Přiřazení typu položky A=1, B=2 nebo C=3 do P2
TABULATE	ABC	;Statistika o dělení položek na A, B nebo C
QUEUE	Nakup	;Vstup do zásobníku práce před pracovištěm
Nakup		
ENTER	Nakup	;Vstup požadavku na pracoviště Nakup
DEPART	Nakup	;Opouštění zásobníku práce pracoviště Nakup

```

ADVANCE FN$Cas_vstup,FN$Cas_odch ;Čas obsluhy na pracovišti Nakup
LEAVE Nakup ;Opuštění pracoviště Nakup

Na_B TEST E P2,1,Na_B ;Test, zda je skladová položka z A
ASSIGN 3,FN$CyKlyA ;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro zasklad.
ASSIGN 4,FN$RegalA ;Přiřazení cíle uskladnění/vyskladnění - A
TRANSFER ,Pokracuj ;Posun na pokračování toku
TEST E P2,2,Na_C ;Test, zda je skladová položka z B
ASSIGN 3,FN$CyKlyB ;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro zasklad.
ASSIGN 4,FN$RegalB ;Přiřazení cíle uskladnění/vyskladnění - B
TRANSFER ,Pokracuj ;Posun na pokračování toku
Na_C ASSIGN 3,FN$CyKlyC ;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro zasklad.
ASSIGN 4,FN$RegalC ;Přiřazení cíle uskladnění/vyskladnění - C
Pokracuj ASSIGN 5,V$Cesta_dop ;Cesta od MT na uskladnění/vyskladnění a zpět
TABULATE Cis_reg ;Statistika o tvorbě čísla regálu
SAVEVALUE Celk_polozek+,1 ;Celkem položky, se kterými proběhla manipulace
ASSIGN 6,V$Cas_naskl ;Uložení času na uskladnění/vyskladnění
Cyklus TABULATE Vzdalen_ ;Statistika o ujetých vzdálenostech MT
TABULATE Doprava ;Statistika času operací v dopravě
QUEUE Doprava ;Vstup do zásobníku práce pro MT
SAVEVALUE Ujeto+,P5 ;Napočítání celkem ujetých m MT
ENTER Doprava ;Vstup požadavku na dopravu
DEPART Doprava ;Opuštění zásobníku práce pro MT
ADVANCE P6 ;Čas obsluhy MT
LEAVE Doprava ;Opuštění dopravy - MT
SAVEVALUE Celk_doprav+,1 ;Celkem doprav
TEST G P3,0,Obejdi ;Test, zda bude MT jet vícekrát
LOOP P3,Cyklus ;Zpět na další manipulaci MT vícenás. dopravy
Obejdi TEST E P7,1,Na_D ;Celkový čas na uskladnění/vyskladnění
TABULATE CasprnaK ;Celkový čas na nakup
TRANSFER ,Pokr ;Pokračování v chodu
Na_D TABULATE Casprexp ;Celkový čas na expedici
Pokr TERMINATE ;Konec práce nad uskladněním položky

*****
GENERATE V$Simulace ;Generování transakce pro simulaci 1 roku
TERMINATE 1 ;Ukončení simulace
*****
* PRODEJ - EXPEDICE

GENERATE (Exponential(18,0,Pru_expe)) ;Příchod požadavku na expedici
TABULATE Rozdile ;Sledování časového intervalu tvorby expedice
SAVEVALUE casexp,C1 ;Uložení času transakce
ASSIGN 7,2 ;Požadavek na prodej
ASSIGN 1,FN$Sort_expe ;Počet položek sortimentu v požadavku na prodej
TABULATE Sort_expe ;Statistika o počtu položek pro expedici
SPLIT P1 ;Tvorba požadavků na expedici
SAVEVALUE Expe_polozek+,1 ;Načtení položky expedice do celkového součtu
ASSIGN 2,FN$ABC ;Přiřazení typu položky A=1, B=2 nebo C=3 do P2
TABULATE ABC ;Statistika o tvorbě typů položek A, B nebo C
QUEUE Expedice ;Vstup do zásobníku práce pracoviště Expedice
ENTER Expedice ;Vstup požadavku na pracoviště Expedice
DEPART Expedice ;Opuštění zásobníku práce pracoviště Expedice
ADVANCE FN$Cas_expe,FN$Cas_oexp ;Čas obsluhy na pracovišti Expedice
LEAVE Expedice ;Opuštění pracoviště Expedice

Na_Be TEST E P2,1,Na_Be ;Test, zda je skladová položka z A
ASSIGN 3,FN$CyKlyA ;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro vysklad.
ASSIGN 4,FN$RegalA ;Přiřazení cíle vyskladnění - A
TRANSFER ,Pokracuj ;Posun na pokračování toku
TEST E P2,2,Na_Ce ;Test, zda je skladová položka z B

```

GPSS World Simulation Report - Kopie - E2.241.1

Sunday, September 02, 2012 08:10:32

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	218592.000	73	0	3

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
NAKUP	73	0	5645	852	5.656	219.033	257.969	0
DOPRAVA	92	26	15301	1131	26.767	382.391	412.912	0
EXPEDICE	52	0	5825	814	5.195	194.940	226.607	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
NAKUP	2	0	0	2	5645	1	1.138	0.569	0	0
DOPRAVA	2	0	0	2	15275	1	1.857	0.928	0	26
EXPEDICE	2	2	0	2	5825	1	1.327	0.663	0	0

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
SORTIMENT	4.540	5.021		0		
			- 1.000		110	10.79
			1.000 - 2.000		291	39.35
			2.000 - 3.000		160	55.05
			3.000 - 4.000		41	59.08
			4.000 - 5.000		320	90.48
			5.000 - 6.000		0	90.48
			6.000 - 7.000		0	90.48
			7.000 - 8.000		0	90.48
			8.000 - 9.000		0	90.48
			9.000 - 10.000		45	94.90
			10.000 - 11.000		0	94.90
			11.000 - 12.000		0	94.90
			12.000 - 13.000		0	94.90
			13.000 - 14.000		0	94.90
			14.000 - 15.000		0	94.90
			15.000 - 16.000		0	94.90
			16.000 - 17.000		0	94.90
			17.000 - 18.000		0	94.90
			18.000 - 19.000		0	94.90
			19.000 - 20.000		32	98.04
			20.000 - 21.000		0	98.04
			21.000 - 22.000		0	98.04
			22.000 - 23.000		0	98.04
			23.000 - 24.000		0	98.04
			24.000 - 25.000		0	98.04
			25.000 - 26.000		0	98.04
			26.000 - 27.000		0	98.04
			27.000 - 28.000		0	98.04
			28.000 - 29.000		0	98.04
			29.000 - 30.000		20	100.00
ABC	1.303	0.566		0		
			- 1.000		8623	75.18
			1.000 - 2.000		2223	94.56
			2.000 - 3.000		624	100.00
SORT_EXPE	3.891	2.531		0		
			- 1.000		134	11.25

			1.000	-	2.000	337	39.55
			2.000	-	3.000	98	47.77
			3.000	-	4.000	121	57.93
			4.000	-	5.000	389	90.60
			5.000	-	6.000	0	90.60
			6.000	-	7.000	0	90.60
			7.000	-	8.000	61	95.72
			8.000	-	9.000	0	95.72
			9.000	-	10.000	30	98.24
			10.000	-	11.000	0	98.24
			11.000	-	12.000	0	98.24
			12.000	-	13.000	0	98.24
			13.000	-	14.000	0	98.24
			14.000	-	15.000	21	100.00
DOPRAVA	26.569	2.466				0	
			20.000	-	22.000	367	2.40
			22.000	-	24.000	1998	15.46
			24.000	-	26.000	4078	42.11
			26.000	-	28.000	4608	72.22
			28.000	-	30.000	2936	91.41
			30.000	-	32.000	1031	98.15
			32.000	-	34.000	240	99.72
			34.000	-	36.000	40	99.98
			36.000	-	38.000	3	100.00
CASPRNAK	819.175	1195.664				0	
			0.000	-	500.000	2109	37.48
			500.000	-	1000.000	2086	74.55
			1000.000	-	1500.000	1086	93.85
			1500.000	-	2000.000	194	97.30
			2000.000	-	2500.000	40	98.01
			2500.000	-	3000.000	16	98.29
			3000.000	-	3500.000	13	98.52
			3500.000	-	4000.000	11	98.72
			4000.000	-	4500.000	8	98.86
			4500.000	-	5000.000	6	98.97
			5000.000	-	5500.000	4	99.04
			5500.000	-	6000.000	5	99.13
			6000.000	-	6500.000	3	99.18
			6500.000	-	7000.000	5	99.27
			7000.000	-	7500.000	4	99.34
			7500.000	-	8000.000	2	99.38
			8000.000	-	8500.000	3	99.43
			8500.000	-	9000.000	1	99.45
			9000.000	-	9500.000	2	99.48
			9500.000	-	10000.000	1	99.50
			10000.000	-	10500.000	0	99.50
			10500.000	-	11000.000	3	99.56
			11000.000	-	11500.000	0	99.56
			11500.000	-		25	100.00
CASPREXP	775.978	841.973				0	
			0.000	-	500.000	2230	38.36
			500.000	-	1000.000	2315	78.19
			1000.000	-	1500.000	947	94.48
			1500.000	-	2000.000	126	96.65
			2000.000	-	2500.000	27	97.11
			2500.000	-	3000.000	32	97.66
			3000.000	-	3500.000	27	98.12
			3500.000	-	4000.000	20	98.47
			4000.000	-	4500.000	25	98.90
			4500.000	-	5000.000	16	99.17
			5000.000	-	5500.000	11	99.36

			5500.000	-	6000.000	12	99.57
			6000.000	-	6500.000	3	99.62
			6500.000	-	7000.000	3	99.67
			7000.000	-	7500.000	5	99.76
			7500.000	-	8000.000	3	99.81
			8000.000	-	8500.000	1	99.83
			8500.000	-	9000.000	0	99.83
			9000.000	-	9500.000	1	99.85
			9500.000	-	10000.000	0	99.85
			10000.000	-	10500.000	5	99.93
			10500.000	-	11000.000	0	99.93
			11000.000	-	11500.000	2	99.97
			11500.000	-		2	100.00
VZDALEN	24.516	21.658		-		0	
			0.000	-	10.000	3905	25.52
			10.000	-	20.000	4620	55.72
			20.000	-	30.000	2956	75.03
			30.000	-	40.000	1046	81.87
			40.000	-	50.000	632	86.00
			50.000	-	60.000	823	91.38
			60.000	-	70.000	548	94.96
			70.000	-	80.000	409	97.63
			80.000	-	90.000	55	97.99
			90.000	-	100.000	171	99.11
			100.000	-	110.000	90	99.70
			110.000	-	120.000	46	100.00
ROZDILP	214.448	221.327				0	
			0.000	-	150.000	510	50.05
			150.000	-	300.000	260	75.56
			300.000	-	450.000	128	88.13
			450.000	-	600.000	64	94.41
			600.000	-	750.000	23	96.66
			750.000	-	900.000	12	97.84
			900.000	-	1050.000	11	98.92
			1050.000	-	1200.000	7	99.61
			1200.000	-	1350.000	1	99.71
			1350.000	-	1500.000	1	99.80
			1500.000	-	1650.000	2	100.00
ROZDILE	183.097	187.233				0	
			0.000	-	150.000	668	56.09
			150.000	-	300.000	296	80.94
			300.000	-	450.000	139	92.61
			450.000	-	600.000	42	96.14
			600.000	-	750.000	21	97.90
			750.000	-	900.000	12	98.91
			900.000	-	1050.000	8	99.58
			1050.000	-	1200.000	1	99.66
			1200.000	-	1350.000	2	99.83
			1350.000	-	1500.000	2	100.00
CIS_REG	15.251	13.072				0	
			-	-	1.000	498	4.34
			1.000	-	2.000	525	8.92
			2.000	-	3.000	470	13.02
			3.000	-	4.000	494	17.33
			4.000	-	5.000	534	21.98
			5.000	-	6.000	604	27.25
			6.000	-	7.000	546	32.01
			7.000	-	8.000	568	36.96
			8.000	-	9.000	580	42.02
			9.000	-	10.000	544	46.76
			10.000	-	11.000	552	51.58

			1400.000	-	1500.000		6	99.91
			1500.000	-	1600.000		5	100.00
ZAS_MT	382.533	299.024				0		
				-	0.000		1131	7.40
			0.000	-	100.000		2728	25.26
			100.000	-	200.000		1491	35.02
			200.000	-	300.000		1424	44.35
			300.000	-	400.000		1447	53.82
			400.000	-	500.000		1432	63.19
			500.000	-	600.000		1843	75.26
			600.000	-	700.000		1183	83.00
			700.000	-	800.000		865	88.67
			800.000	-	900.000		989	95.14
			900.000	-	1000.000		377	97.61
			1000.000	-	1100.000		261	99.32
			1100.000	-	1200.000		94	99.93
			1200.000	-	1300.000		10	100.00
ZAS_EXPE	194.940	197.018				0		
				-	0.000		814	13.97
			0.000	-	100.000		1572	40.96
			100.000	-	200.000		1263	62.64
			200.000	-	300.000		822	76.76
			300.000	-	400.000		548	86.16
			400.000	-	500.000		350	92.17
			500.000	-	600.000		179	95.24
			600.000	-	700.000		102	97.00
			700.000	-	800.000		72	98.23
			800.000	-	900.000		50	99.09
			900.000	-	1000.000		32	99.64
			1000.000	-	1100.000		11	99.83
			1100.000	-	1200.000		7	99.95
			1200.000	-	1300.000		3	100.00
SAVEVALUE		RETRY			VALUE			
CASEXP		0			218068.045			
CASDOD		0			218522.760			
NAKUP_POLOZEK		0			5645.000			
CELK_POLOZEK		0			11468.000			
UJETO		0			375117.702			
CELK_DOPRAV		0			15273.000			
EXPE_POLOZEK		0			5825.000			

Příloha C Simulační model E3 – model s uspořádáním regálů a inovovanou MT

Kopie - E3

Page 1

```

*****
* Simulace nákupu, skladování a prodeje - umístění položek v systému do sektorů *
* dle analýzy ABC do sektorů A - B - C a změně manipulační techniky *
* Čas je v minutách, vzdálenosti v m a rychlost v m/min *
* Experiment E3 - Cíl 3 *
*****

Den_rok EQU 253 ;Počet pracovních dnů v roce 2011
Smennost EQU 2 ;Počet směn - po které se pracuje
Vyuziti EQU 0.9 ;Využití směny - relativní hodnota - odhad
Pru nakup EQU 220 ;Stanovení průměrné doby příchodu dodávky v min
Rychlost EQU 166 ;Průměrná rychlost MT v m/min
Pru_expe EQU 180 ;Průměrná doba doby příchodu objednávky v min

Simulace VARIABLE Den_rok*Smennost*Vyuziti*60*8 ;Čas simulace = 1 rok = minut
Cesta dop VARIABLE 2*FN$Vzdale+FN$Ulicka/1000 ;Vzdálenost na
uskladnění/vyskladnění
Cas naskl VARIABLE P5/Rychlost+FN$Cas nakl+FN$Cas vykl ;Čas uskladnění/vyskladnění
Roze VARIABLE C1-X$casexp ;Tvorba intervalu expedice - statistika
Rozd VARIABLE C1-X$casdod ;Tvorba intervalu dodávky - statistika

INITIAL X$casexp,0 ;Nastavení proměnné na 0
INITIAL X$casdod,0 ;Nastavení proměnné na 0

Sortiment FUNCTION RN1,D8 ;Počet položek sortimentu v dodávce
0.1,1/0.4,2/0.56,3/0.6,4/0.9,5/0.95,10/0.98,20/1.00,30
ABC FUNCTION RN2,D3 ;Přirazení čísla typu sortimentu A=1, B=2 a C=3
0.75,1/0.95,2/1.0,3
CyklyA FUNCTION RN3,D3 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment A
0.9,0/0.95,1/1.0,2
CyklyB FUNCTION RN4,D2 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment B
0.95,0/1.0,1
CyklyC FUNCTION RN5,D2 ;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment C
0.95,0/1.0,1
Cas vstup FUNCTION RN6,C2 ;Střední čas zpracování na pracovišti Nákup
0.0,10/1.0,15
Cas odch FUNCTION RN7,C2 ;Odchylka od středního času na pracovišti Nákup
0.0,2/1.0,5

RegalA FUNCTION RN8,D16 ;Přirazení čísla regálu - kategorie A
0.0625,1/0.1250,2/0.1875,3/0.2500,4/0.3125,5/0.3750,6/0.4375,7/0.5000,8/0.5625,9/
0.6250,10/0.6875,11/0.7500,12/0.8125,13/0.8750,14/0.9375,15/1.000,16
RegalC FUNCTION RN8,D18 ;Přirazení čísla regálu - kategorie C
0.0556,17/0.1111,18/0.1667,19/0.2222,20/0.2778,21/0.3333,22/0.3889,23/0.4444,46/
0.5000,47/0.5556,48/0.6111,49/0.6667,50/0.7222,51/0.7778,52/0.8333,53/0.8889,54/
0.9444,55/1.000,56
RegalB FUNCTION RN8,D22 ;Přirazení čísla regálu - kategorie B
0.0455,24/0.0909,25/0.1364,26/0.1818,27/0.2273,28/0.2727,29/0.3182,30/0.3636,31/
0.4091,32/0.4545,33/0.5000,34/0.5455,35/0.5909,36/0.6364,37/0.6818,38/0.7273,39/
0.7727,40/0.8182,41/0.8636,42/0.9091,43/0.9545,44/1.000,45/

Vzdale FUNCTION P4,D56 ;Vzdálenost čela regálu/uličky místa vstupu
1,0/2,1.5/3,3/4,4.5/5,6/6,7.5/7,9/8,10.5/9,12/10,1.2/11,3.6/12,5.4/13,7.8/14,9.6/
15,12/16,14.8/17,6.2/18,8.6/19,10.4/20,12.8/21,14.6/22,17/23,19.8/24,16.2/25,17.4/
26,19.8/27,22.2/28,23.8/29,26.2/30,28.4/31,29.6/32,32/33,33.8/34,35/35,16.2/
36,17.4/37,19.8/38,22.2/39,23.8/40,26.2/41,28.4/42,29.6/43,32/44,33.8/45,35/46,36.2/
47,37.4/48,39.8/49,42.2/50,43.8/51,46.2/52,48.4/53,49.6/54,52/55,53.8/56,55
Ulicka FUNCTION P4,D56 ;Délka regálu dle čísla regálu
1,1.5/2,1.5/3,1.5/4,1.5/5,1.5/6,1.5/7,1.5/8,1.5/9,1.5/10,3/11,3/12,3/13,3/14,3/
15,3/16,3/17,6/18,6/19,6/20,6/21,6/22,3/23,6/24,4.5/25,4.5/26,4.5/27,4.5/28,4.5/

```

29,4.5/30,4.5/31,4.5/32,4.5/33,4.5/34,4.5/35,3/36,3/37,3/38,3/39,3/40,3/41,3/
42,3/43,3/44,3/45,3/46,3/47,3/48,3/49,3/50,3/51,3/52,3/53,3/54,3/55,3/56,3

Cas_nakl	FUNCTION	RN10,C2	;Střední čas nakládání na MT a opačně
0.0,5/1.0,8			
Cas_vykl	FUNCTION	RN10,C2	;Střední čas vykládání z MT do regálu a opačně
0.0,5/1.0,8			
Sort_expe	FUNCTION	RN11,D8	;Počet položek sortimentu - objednávka -
Expedice			
0.1,1/0.4,2/0.5,3/0.6,4/0.9,5/0.95,8/0.98,10/1.00,15			
Cas_expe	FUNCTION	RN12,C2	;Střední čas zpracování - pracoviště Expedice
0.0,10/1.0,15			
Cas_oexp	FUNCTION	RN13,C2	;Odchylka od středního času u Expedice
0.0,3/1.0,5			
CyklyAe	FUNCTION	RN14,D3	;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment A
Expedice			
0.9,0/0.95,1/1.0,2			
CyklyBe	FUNCTION	RN15,D2	;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment B
Expedice			
0.9,0/1.0,1			
CyklyCe	FUNCTION	RN16,D2	;Počet jízd VZV nebo NZV pro sortiment C
Expedice			
0.9,0/1.0,1			
Nakup	STORAGE	2	;Počet pracovníků na pracovišti Nakup
Doprava	STORAGE	2	;Počet MT v dopravě na uskladnění - vyskladnění
Expedice	STORAGE	2	;Počet pracovníků na pracovišti Expedice
Casprnak	TABLE	M1,0,500,25	;Statistika průběžného času uskladnění
Casprexp	TABLE	M1,0,500,25	;Statistika průběžného času expedice
ABC	TABLE	P2,1,1,4	;Statistika dělení položek na A, B a C
Sortiment	TABLE	P1,1,1,35	;Statistika o generování počtu položek v
dodávce			
Doprava	TABLE	P6,0,2,40	;Statistika o čase uskladnění
Vzdalen	TABLE	P5,0,10,20	;Statistika o ujetých vzdálenostech MT
Sort_expe	TABLE	P1,1,1,25	;Statistika o tvorbě počtu položek u expedice
Rozdíl	TABLE	V\$Rozd,0,150,50	;Statistika tvorby času dodávky
Rozdile	TABLE	V\$Roze,0,150,50	;Statistika tvorby času požadavku na expedici
Cis_reg	TABLE	P4,1,1,60	;Sledování tvorby čísla regálu
Zas_nakup	QTABLE	Nakup,0,100,20	;Statistika zásobníku práce u Nakupu
Zas_MT	QTABLE	Doprava,0,100,20	;Statistika zásobníku práce před MT
Zas_expe	QTABLE	Expedice,0,100,20	;Statistika zásobníku práce u Expedice

* NÁKUP - DODÁVKY

GENERATE	(Exponential(1,0,Pru_nakup))	;Generování příchodu dodávky
TABULATE	Rozdíl	;Sledování časového intervalu tvorby nákupu
SAVEVALUE	casdod,C1	;Uložení času transakce
ASSIGN	7,1	;Faktura - dodací list
ASSIGN	1, FN\$Sortiment	;Počet položek sortimentu v dodávce do P1
TABULATE	Sortiment	;Statistika o počtu položek v dodávce
SPLIT	P1	;Generování počtu položek sortimentu na faktuře
SAVEVALUE	Nakup_polozek+,1	;Statistika položek nákupu - počet
ASSIGN	2, FN\$ABC	;Přiřazení typu položky A=1, B=2 nebo C=3 do P2
TABULATE	ABC	;Statistika o dělení položek na A, B nebo C
QUEUE	Nakup	;Vstup do zásobníku práce před pracovištěm
Nakup		
ENTER	Nakup	;Vstup požadavku na pracoviště Nakup
DEPART	Nakup	;Opuštění zásobníku práce pracoviště Nakup

```

ADVANCE FN$Cas_vstup,FN$Cas_odch ;Čas obsluhy na pracovišti Nakup
LEAVE Nakup ;Opuštění pracoviště Nakup

Na_B TEST E P2,1,Na_B ;Test, zda je skladová položka z A
ASSIGN 3,FN$CyKlyA ;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro zasklad.
ASSIGN 4,FN$RegalA ;Přiřazení cíle uskladnění/vyskladnění - A
TRANSFER ,Pokracuj ;Posun na pokračování toku
TEST E P2,2,Na_C ;Test, zda je skladová položka z B
ASSIGN 3,FN$CyKlyB ;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro zasklad.
ASSIGN 4,FN$RegalB ;Přiřazení cíle uskladnění/vyskladnění - B
TRANSFER ,Pokracuj ;Posun na pokračování toku
Na_C ASSIGN 3,FN$CyKlyC ;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro zasklad.
ASSIGN 4,FN$RegalC ;Přiřazení cíle uskladnění/vyskladnění - C
Pokracuj ASSIGN 5,V$Cesta_dop ;Cesta od MT na uskladnění/vyskladnění a zpět
TABULATE Cis_reg ;Statistika o tvorbě čísla regálu
SAVEVALUE Celk_polozek+,1 ;Celkem položky, se kterými proběhla manipulace
ASSIGN 6,V$Cas_naskl ;Uložení času na uskladnění/vyskladnění
Cyklus TABULATE Vzdalen_ ;Statistika o ujetých vzdálenostech MT
TABULATE Doprava ;Statistika času operací v dopravě
QUEUE Doprava ;Vstup do zásobníku práce pro MT
SAVEVALUE Ujeto+,P5 ;Napočítání celkem ujetých m MT
ENTER Doprava ;Vstup požadavku na dopravu
DEPART Doprava ;Opuštění zásobníku práce pro MT
ADVANCE P6 ;Čas obsluhy MT
LEAVE Doprava ;Opuštění dopravy - MT
SAVEVALUE Celk_doprav+,1 ;Celkem doprav
TEST G P3,0,Obejdi ;Test, zda bude MT jet vícekrát
LOOP P3,Cyklus ;Zpět na další manipulaci MT vícenás. dopravy
Obejdi TEST E P7,1,Na_D ;Celkový čas na uskladnění/vyskladnění
TABULATE CasprnaK ;Celkový čas na nakup
TRANSFER ,Pokr ;Pokračování v chodu
Na_D TABULATE Casprexp ;Celkový čas na expedici
Pokr TERMINATE ;Konec práce nad uskladněním položky

*****
GENERATE V$Simulace ;Generování transakce pro simulaci 1 roku
TERMINATE 1 ;Ukončení simulace
*****
* PRODEJ - EXPEDICE

GENERATE (Exponential(18,0,Pru_expe)) ;Příchod požadavku na expedici
TABULATE Rozdile ;Sledování časového intervalu tvorby expedice
SAVEVALUE casexp,C1 ;Uložení času transakce
ASSIGN 7,2 ;Požadavek na prodej
ASSIGN 1,FN$Sort_expe ;Počet položek sortimentu v požadavku na prodej
TABULATE Sort_expe ;Statistika o počtu položek pro expedici
SPLIT P1 ;Tvorba požadavků na expedici
SAVEVALUE Expe_polozek+,1 ;Načtení položky expedice do celkového součtu
ASSIGN 2,FN$ABC ;Přiřazení typu položky A=1, B=2 nebo C=3 do P2
TABULATE ABC ;Statistika o tvorbě typů položek A, B nebo C
QUEUE Expedice ;Vstup do zásobníku práce pracoviště Expedice
ENTER Expedice ;Vstup požadavku na pracoviště Expedice
DEPART Expedice ;Opuštění zásobníku práce pracoviště Expedice
ADVANCE FN$Cas_expe,FN$Cas_oexp ;Čas obsluhy na pracovišti Expedice
LEAVE Expedice ;Opuštění pracoviště Expedice

Na_Be TEST E P2,1,Na_Be ;Test, zda je skladová položka z A
ASSIGN 3,FN$CyKlyA ;Počet cyklů = jízdy MT v dopravě pro vysklad.
ASSIGN 4,FN$RegalA ;Přiřazení cíle vyskladnění - A
TRANSFER ,Pokracuj ;Posun na pokračování toku
TEST E P2,2,Na_Ce ;Test, zda je skladová položka z B

```

GPSS World Simulation Report - Kopie - E3.240.1

Sunday, September 02, 2012 08:15:06

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	218592.000	73	0	3

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
NAKUP	73	0	5645	852	5.656	219.033	257.969	0
DOPRAVA	12	0	15416	9767	0.369	5.230	14.274	0
EXPEDICE	52	0	5825	814	5.195	194.940	226.607	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
NAKUP	2	0	0	2	5645	1	1.138	0.569	0	0
DOPRAVA	2	0	0	2	15416	1	0.929	0.464	0	0
EXPEDICE	2	2	0	2	5825	1	1.327	0.663	0	0

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM. %
SORTIMENT	4.540	5.021		0		
			-	1.000	110	10.79
			-	2.000	291	39.35
			-	3.000	160	55.05
			-	4.000	41	59.08
			-	5.000	320	90.48
			-	6.000	0	90.48
			-	7.000	0	90.48
			-	8.000	0	90.48
			-	9.000	0	90.48
			-	10.000	45	94.90
			-	11.000	0	94.90
			-	12.000	0	94.90
			-	13.000	0	94.90
			-	14.000	0	94.90
			-	15.000	0	94.90
			-	16.000	0	94.90
			-	17.000	0	94.90
			-	18.000	0	94.90
			-	19.000	0	94.90
			-	20.000	32	98.04
			-	21.000	0	98.04
			-	22.000	0	98.04
			-	23.000	0	98.04
			-	24.000	0	98.04
			-	25.000	0	98.04
			-	26.000	0	98.04
			-	27.000	0	98.04
			-	28.000	0	98.04
			-	29.000	0	98.04
			-	30.000	20	100.00
ABC	1.303	0.566		0		
			-	1.000	8623	75.18
			-	2.000	2223	94.56
			-	3.000	624	100.00
SORT_EXPE	3.891	2.531		0		

			900.000	-	1050.000		8	99.58
			1050.000	-	1200.000		1	99.66
			1200.000	-	1350.000		2	99.83
			1350.000	-	1500.000		2	100.00
CIS_REG	15.251	13.072				0		
				-	1.000		498	4.34
			1.000	-	2.000		525	8.92
			2.000	-	3.000		470	13.02
			3.000	-	4.000		494	17.33
			4.000	-	5.000		534	21.98
			5.000	-	6.000		604	27.25
			6.000	-	7.000		546	32.01
			7.000	-	8.000		568	36.96
			8.000	-	9.000		580	42.02
			9.000	-	10.000		544	46.76
			10.000	-	11.000		552	51.58
			11.000	-	12.000		516	56.08
			12.000	-	13.000		596	61.27
			13.000	-	14.000		531	65.91
			14.000	-	15.000		542	70.63
			15.000	-	16.000		522	75.18
			16.000	-	17.000		33	75.47
			17.000	-	18.000		42	75.84
			18.000	-	19.000		36	76.15
			19.000	-	20.000		38	76.48
			20.000	-	21.000		25	76.70
			21.000	-	22.000		45	77.09
			22.000	-	23.000		29	77.35
			23.000	-	24.000		89	78.12
			24.000	-	25.000		100	78.99
			25.000	-	26.000		100	79.87
			26.000	-	27.000		123	80.94
			27.000	-	28.000		101	81.82
			28.000	-	29.000		111	82.79
			29.000	-	30.000		97	83.63
			30.000	-	31.000		81	84.34
			31.000	-	32.000		116	85.35
			32.000	-	33.000		103	86.25
			33.000	-	34.000		93	87.06
			34.000	-	35.000		105	87.98
			35.000	-	36.000		102	88.86
			36.000	-	37.000		91	89.66
			37.000	-	38.000		103	90.56
			38.000	-	39.000		105	91.47
			39.000	-	40.000		87	92.23
			40.000	-	41.000		123	93.30
			41.000	-	42.000		107	94.24
			42.000	-	43.000		91	95.03
			43.000	-	44.000		86	95.78
			44.000	-	45.000		108	96.72
			45.000	-	46.000		38	97.05
			46.000	-	47.000		40	97.40
			47.000	-	48.000		32	97.68
			48.000	-	49.000		29	97.93
			49.000	-	50.000		22	98.13
			50.000	-	51.000		36	98.44
			51.000	-	52.000		36	98.75
			52.000	-	53.000		39	99.09
			53.000	-	54.000		31	99.36
			54.000	-	55.000		40	99.71
			55.000	-	56.000		33	100.00

ZAS_NAKUP	219.033	249.667			0		
			-	0.000		852	15.09
		0.000	-	100.000		1672	44.71
		100.000	-	200.000		1019	62.76
		200.000	-	300.000		593	73.27
		300.000	-	400.000		390	80.18
		400.000	-	500.000		359	86.54
		500.000	-	600.000		254	91.04
		600.000	-	700.000		195	94.49
		700.000	-	800.000		110	96.44
		800.000	-	900.000		75	97.77
		900.000	-	1000.000		39	98.46
		1000.000	-	1100.000		29	98.97
		1100.000	-	1200.000		15	99.24
		1200.000	-	1300.000		19	99.57
		1300.000	-	1400.000		13	99.81
		1400.000	-	1500.000		6	99.91
		1500.000	-	1600.000		5	100.00
ZAS_MT	5.230	10.410			0		
			-	0.000		9767	63.36
		0.000	-	100.000		5649	100.00
ZAS_EXPE	194.940	197.018			0		
			-	0.000		814	13.97
		0.000	-	100.000		1572	40.96
		100.000	-	200.000		1263	62.64
		200.000	-	300.000		822	76.76
		300.000	-	400.000		548	86.16
		400.000	-	500.000		350	92.17
		500.000	-	600.000		179	95.24
		600.000	-	700.000		102	97.00
		700.000	-	800.000		72	98.23
		800.000	-	900.000		50	99.09
		900.000	-	1000.000		32	99.64
		1000.000	-	1100.000		11	99.83
		1100.000	-	1200.000		7	99.95
		1200.000	-	1300.000		3	100.00
SAVEVALUE			RETRY	VALUE			
CASEXP			0	218068.045			
CASDOD			0	218522.760			
NAKUP_POLOZEK			0	5645.000			
CELK_POLOZEK			0	11468.000			
UJETO			0	377256.370			
CELK_DOPRAV			0	15414.000			
EXPE_POLOZEK			0	5825.000			

Příloha D Sortiment společnosti

Náhradní díly a příslušenství na nákladní vozidla:

- AVIA <http://www.transa.cz/files/image/6.jpg>
- TATRA
- LIAZ
- KAROSA
- MULTICAR
- DAF
- IVECO
- MAN
- MERCEDES
- RENAULT
- SCANIA
- VOLVO

Náhradní díly a příslušenství na osobní vozidla:

- ŠKODA
- NA ZAHRANIČNÍ OSOBNÍ AUTOMOBILY – NA ZAKÁZKU DO 24 HODIN

Náhradní díly a příslušenství na přívěsy a návěsy:

<http://www.transa.cz/files/image/5.jpg>

- PANAV
- BSS
- BPW
- SAF
- TRAILOR
- ROR
- FRUEHAUF
- NA OSOBNÍ TUZEMSKÉ PŘÍVĚSY

Nářadí pro opravy vozidel a vybavení garáží.

Velkoprodej a maloprodej: <http://www.transa.cz/files/image/4.jpg>

- autobaterie
- brzdové bubny a kotouče
- brzdové obložení a brzdové destičky
- ostatní součásti brzdových systémů
- nápravové díly a součásti
- listová pera a vinuté pružiny
- vlnovce a tlumiče pérování
- disky kol
- tažné zařízení
- díly převodovek a rozvodovek
- motorové součásti
- spojky a lamely
- výfuky a výfukové trubky

- díly palivové soustavy
- filtry paliva, oleje a vzduchu
- díly elektrické soustavy
- motorky topení a stěračů
- startéry a alternátory
- zapalovací a žhavicí svíčky
- autožárovky a pojistky
- světlomety a svítilny
- stěrače
- pryžové a plastové díly
- zpětná zrcátka
- karosářské díly
- sedadla a podstavce
- zvedáky a hydraulická zařízení
- ložiska, gufera a řemeny
- autokosmetika
- mazací technika
- hasicí přístroje
- materiály na likvidaci úniku kapalin
- rukavice a ochranné prostředky
- opravářenské nářadí
- nabíječky akumulátorů
- nemrznoucí směsi, tuky a oleje
- ostatní příslušenství a doplňky
- renovované celky výměnou

Příloha E Dodavatelé

Výhradní obchodní zastoupení:

- AUTOPART a.s., Mielec (P)- výhradní zastoupení pro ČR a SR - AUTOBATERIE
- HUNGAROFÉK KFT, Mezokeresztes (HUN) - výhradní zastoupení pro ČR - BRZDOVÉ BUBNY a KOTOUČE

Obchodní zastoupení:

- AFTEMARKET s.r.o., Jičín
- AVIA ASHOK LEYLAND MOTORS s.r.o., Praha
- AVIN s.r.o., Michalovce (SR)
- BPW s.r.o., Brandýs n.L.
- BRISK a.s., Tábor
- C.I.E.B. KAHOVEC spol.s r.o., Brandýs n.O.
- ELEKTRO v.d., Bečov n.T.
- GUMÁRNY a.s., Zubří
- H.L.F.spol.s r.o., Hajnice
- HANÁCKÉ ŽEL. A PÉROVNY a.s., Prostějov
- KES spol. s r.o., Vratimov
- KOVOTEK, s.r.o., Litovel
- LUKO STROJÍRNY s.r.o., Jablůnka
- MAGNETON a.s., Kroměříž
- MOTOSAM a.s., Myjava (SR)
- PAL INTERNATIONAL a.s., Praha
- RUBENA a.s., Hradec Králové
- SEV LITOVEL, s.r.o., Litovel
- TEMAC AUTOMOTIVE a.s., Poděbrady
- TZAR, s.r.o., Kladno